



Apache Tomcat 실습

| 소속/성명 : 락플레이스/송민우

| 날짜 : version 2019-1.6



APACHE TOMCAT 실습

01

Apache Tomcat 설치

- 설치 전 고려 사항
- OS 사전 작업
- JVM 설치
- Apache Tomcat 설치
- Apache Tomcat 설치 Lab

02

Apache Tomcat 구성

- 멀티 인스턴스 구성
- 인스턴스 관리 스크립트
- 멀티 인스턴스 Lab

03

웹서버 연결

- Apache 웹서버 연결 모듈
- Apache 웹서버 설치
- Apache 웹서버 연결
- Apache 웹서버 연결 LAB

APACHE TOMCAT 실습

04

Apache Tomcat 배포

- 어플리케이션 배포
- 어플리케이션 배포 LAB

05

Apache Tomcat DB 연결

- DB 설치
- JDBC 모듈 설정
- DB 연결 설정
- DB 연결 LAB

06

Apache Tomcat 클러스터링

- Apache Tomcat 클러스터링
- 클러스터링 설정
- 클러스터링 LAB



APACHE TOMCAT 실습

07

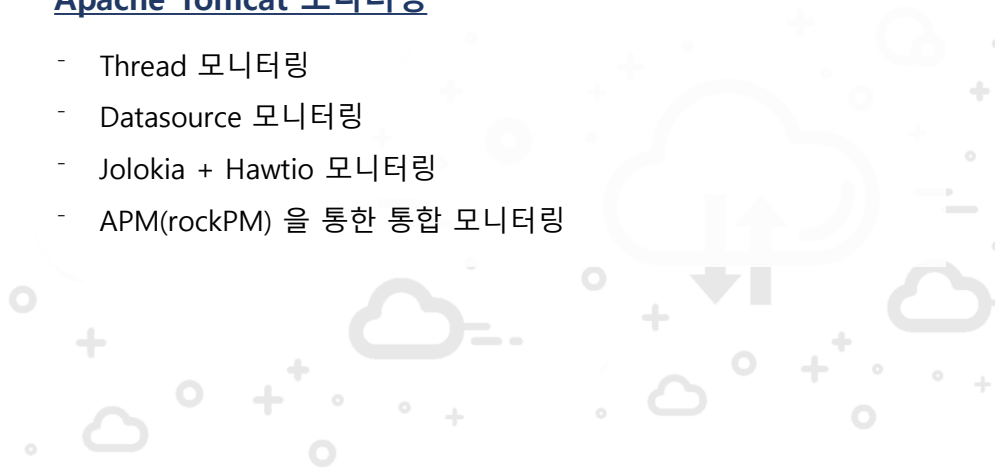
Apache Tomcat 트러블슈팅

- 장애 발생유형
- 장애 발생시 대응
- 장애 발생시 대응 LAB

08

Apache Tomcat 모니터링

- Thread 모니터링
- Datasource 모니터링
- Jolokia + Hawtio 모니터링
- APM(rockPM) 을 통한 통합 모니터링



LAB 사전 준비

실습을 위한 사전준비 패키지 설치

Apache Tomcat 을 실습 환경 위한 사전 작업

- <https://github.com/nationminu/LABS> 패키지 다운로드
- ✓ 실습에 필요한 환경 설정파일
- ✓ 실습 추가 패키지

```
]# yum install -y git  
]# git clone https://github.com/nationminu/LABS /home/share/tomcat-labs
```

- 실습 사전 배포 파일
- ✓ /home/share

01

Apache Tomcat 설치

- 설치 전 고려사항
- OS 사전 작업
- JVM 설치
- Apache Tomcat 설치
- Tomcat 설치 LAB



Apache Tomcat 설치

설치 전 고려사항

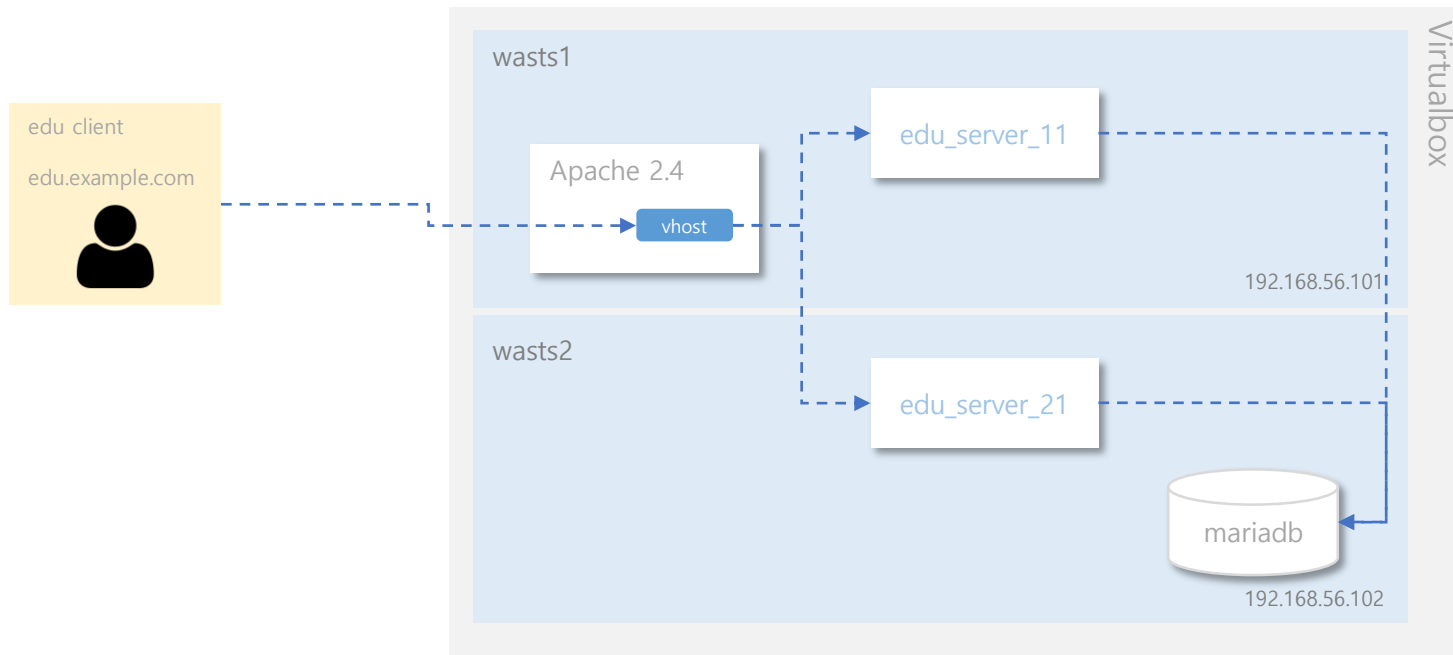
사전질의서 작성

항목	설명	내용
OS 정보	설치될 OS의 정보	Centos 7.7 x86_64
Java 정보	JVM 환경의 벤더 및 버전 정보	OpenJDK 1.8.0.232.b09-0.el7_7
Application 개수	배포되는 어플리케이션의 개수	2개
WAS 정보	WAS 설치버전	Tomcat 9.0.29
	WSA 구동계정	edu
	WAS 인스턴스 수	호스트당 1대(총 2대)
	WAS 엔진 경로	/edu/tomcat/engine/apache-tomcat-9.0.29
	WAS 인스턴스 경로	/edu/tomcat/domains/<인스턴스명>
	WAS 인스턴스 로그 경로	/log/tomcat/<인스턴스명>
	WAS 배포 어플리케이션 경로	/edu/webapp/example.war
DB 정보	연결되는 DB 종류	Mariadb 5.5.64 embed centos 7.7
	DB 연결 방법	JNDI
	DB 연결 정보(host/db/user/password)	192.168.56.102:3306/edi/edu/edu

Apache Tomcat 설치

설치 전 고려사항

실습 구성 환경



설치 전 고려사항

설치 디렉터리

항목	설명	내용
WAS 엔진 홈	CATALINA_HOME	/edu/tomcat/engine/apache-tomcat-9.0.29
WAS 인스턴스 홈	<i>DOMAIN_BASE</i>	/edu/tomcat/domains/
WAS 인스턴스 디렉터리	CATALINA_BASE	/edu/tomcat/domains/edu_server_11
WAS 인스턴스 로그 디렉터리	CATALINA_LOG_DIR	/log/tomcat/edu_server_11
어플리케이션 경로	example	/edu/webapps/example.war

Apache Tomcat 설치

설치 전 고려사항

Apache Tomcat 9.x

- ✓ Apache Tomcat 버전 별 지원하는 환경 확인이 필요.
- ✓ 최신버전 Apache Tomcat 9.0.29 는 Java 8 이상을 지원.
- ✓ Servlet 4.0, JSP 2.3, EL 3.0, Websocket 을 지원.

Servlet Spec	JSP Spec	EL Spec	WebSocket Spec	JASPIC Spec	Apache Tomcat Version	Latest Released Version	Supported Java Versions
4.0	2.3	3.0	1.1	1.1	9.0.x	9.0.29	8 and later
3.1	2.3	3.0	1.1	1.1	8.5.x	8.5.49	7 and later
3.1	2.3	3.0	1.1	N/A	8.0.x (superseded)	8.0.53 (superseded)	7 and later
3.0	2.2	2.2	1.1	N/A	7.0.x	7.0.96	6 and later (7 and later for WebSocket)
2.5	2.1	2.1	N/A	N/A	6.0.x (archived)	6.0.53 (archived)	5 and later
2.4	2.0	N/A	N/A	N/A	5.5.x (archived)	5.5.36 (archived)	1.4 and later
2.3	1.2	N/A	N/A	N/A	4.1.x (archived)	4.1.40 (archived)	1.3 and later
2.2	1.1	N/A	N/A	N/A	3.3.x (archived)	3.3.2 (archived)	1.1 and later

Apache Tomcat 설치

설치 전 고려사항

인스턴스 네이밍 룰

- ✓ 인스턴스를 식별하는 고유한 네이밍 룰로 설치전 반드시 정의되어야 함.
- ✓ 인스턴스 이름이 구성되면 Sticky 연결, 인스턴스 식별, 클러스터링 식별자, 디렉터리 경로 및 로그 파일의 위치가 결정 됨.
- ✓ 예시) 프로젝트이름 + 그룹번호 + 인스턴스번호



Apache Tomcat 설치

OS 사전 작업

Tomcat을 사용하기 위한 사전 작업

- **Tomcat**을 기동하는 사용자 추가 .
- ✓ 보안상 root 로 기동은 권고하지 않음.
- ✓ 'edu' 사용자를 생성하여 실습 진행.

```
]# groupadd -g 1000 wasgroup
]# useradd -u 1000 -g 1000 -d /edu edu
]# passwd edu
Changing password for user edu.
New password:
Retype new password:
passwd: all authentication tokens updated successfully.
```

Apache Tomcat 설치

OS 사전 작업

Tomcat 을 사용하기 위한 사전 작업

- **Tomcat** 기동시 OS 리소스 확보
- ✓ nofile - max number of open file descriptors
- ✓ nproc - max number of processes

```
]# vi /etc/security/limits.conf
```

```
...
```

```
edu      soft  nproc    65536
edu      hard  nproc    65536
edu      soft  nofile   65536
edu      hard  nofile   65536
```

```
# End Of File
```

Apache Tomcat 설치

OS 사전 작업

Tomcat 을 사용하기 위한 사전 작업

- 호스트 정보 업데이트

```
]# vi /etc/hosts  
  
192.168.56.101 wasts1 edu.example.com  
192.168.56.102 wasts2 db.example.com
```

- 방화벽 비활성화

```
]# systemctl stop firewalld  
]# systemctl disable firewalld
```

Apache Tomcat 설치

JVM 설치

Tomcat을 사용하기 위해서는 JDK 1.8 버전 이상이 필요.

- ✓ 실습 환경에서는 openjdk 1.8 버전을 사용.
- ✓ jdk 환경을 사용하기 위해서 devel 패키지도 설치
- ✓ `yum install java-1.8.0-openjdk java-1.8.0-openjdk-devel`
- ✓ 설치이후 Tomcat 기동 사용자 환경 변수에 Java 환경 변수 추가.

```
]# yum install -y java-1.8.0-openjdk java-1.8.0-openjdk-devel
```

```
[edu@wasts1 ~]$ vi ~/.bashrc
# User specific aliases and functions

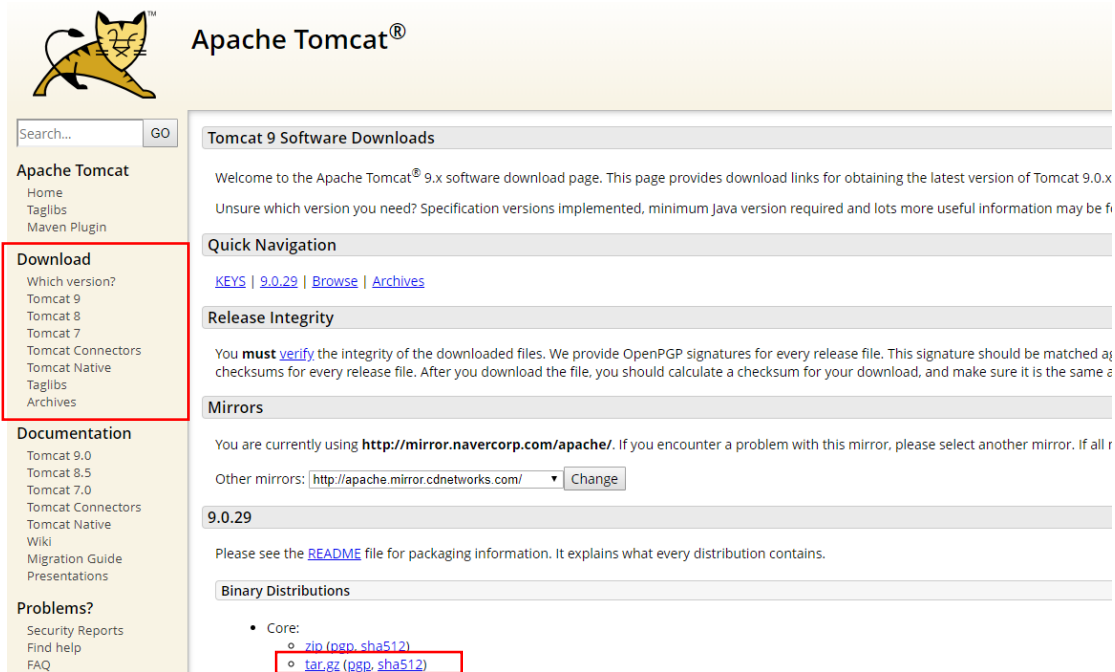
JAVA_HOME=/usr/lib/jvm/java-1.8.0
PATH=$JAVA_HOME/bin:$PATH
export JAVA_HOME PATH
```

Apache Tomcat 설치

Tomcat 설치

Tomcat은 톰캣 홈페이지에서 다운로드 가능.

- ✓ <https://tomcat.apache.org/download-90.cgi>
- ✓ wget 이 없을 경우 사전 설치 후 환경 구성
- ✓ 배포본은 zip 파일 형태 또는 tar.gz 제공
- ✓ 실습 환경은 tar.gz 파일로 설치.



Apache Tomcat®

Search... GO

Apache Tomcat

- Home
- Taglibs
- Maven Plugin

Download

- Which version?
- Tomcat 9
- Tomcat 8
- Tomcat 7
- Tomcat Connectors
- Tomcat Native
- Taglibs
- Archives

Documentation

- Tomcat 9.0
- Tomcat 8.5
- Tomcat 7.0
- Tomcat Connectors
- Tomcat Native
- Wiki
- Migration Guide
- Presentations

Problems?

- Security Reports
- Find help
- FAQ

Tomcat 9 Software Downloads

Welcome to the Apache Tomcat® 9.x software download page. This page provides download links for obtaining the latest version of Tomcat 9.0.x. Unsure which version you need? Specification versions implemented, minimum Java version required and lots more useful information may be found on the [Tomcat 9.0.x page](#).

Quick Navigation

[KEYS](#) | [9.0.29](#) | [Browse](#) | [Archives](#)

Release Integrity

You **must** [verify](#) the integrity of the downloaded files. We provide OpenPGP signatures for every release file. This signature should be matched against the checksums for every release file. After you download the file, you should calculate a checksum for your download, and make sure it is the same as the checksums provided on this page.

Mirrors

You are currently using <http://mirror.naver.com/apache/>. If you encounter a problem with this mirror, please select another mirror. If all mirrors are unavailable, please contact the [Tomcat Project](#).

Other mirrors: [Change](#)

9.0.29

Please see the [README](#) file for packaging information. It explains what every distribution contains.

Binary Distributions

- Core:
 - [zip \(pgp.sha512\)](#)
 - [tar.gz \(pgp.sha512\)](#)

Apache Tomcat 설치

Tomcat 설치

Tomcat 설치

```
]# yum install -y wget
```

```
]# mkdir -p /edu/tomcat/engine/  
]# cd /edu/tomcat/engine/  
]# wget http://apache.mirror.cdnetworks.com/tomcat/tomcat-9/v9.0.29/bin/apache-tomcat-9.0.29.tar.gz  
]# tar zxvf apache-tomcat-9.0.29.tar.gz  
]# rm -f /edu/tomcat/engine/apache-tomcat-9.0.29.tar.gz
```

Apache Tomcat설치

Tomcat 설치

Tomcat 은 pure Java 로 cross platform 을 지원.

- ✓ startup.sh 또는 Catalina.sh 로 실행 가능
- startup.sh
 - ✓ Background 실행

```
]# cd /edu/tomcat/engine/apache-tomcat-9.0.29/bin  
]# ./startup.sh
```

- catalina.sh
 - run : foreground 실행
 - start: background 실행

```
]# cd /edu/tomcat/engine/apache-tomcat-9.0.29/bin  
]# ./catalina.sh [run|start]
```

Apache Tomcat설치

Tomcat 설치

서버 로그 확인

- ✓ 기본 서버 로그는 CATALINA_HOME/log디렉토리에 생성
 - ✓ 에러 없이 정상 기동 확인
- /edu/jboss/engine/apache-tomcat-9.0.29/log/catalina.log

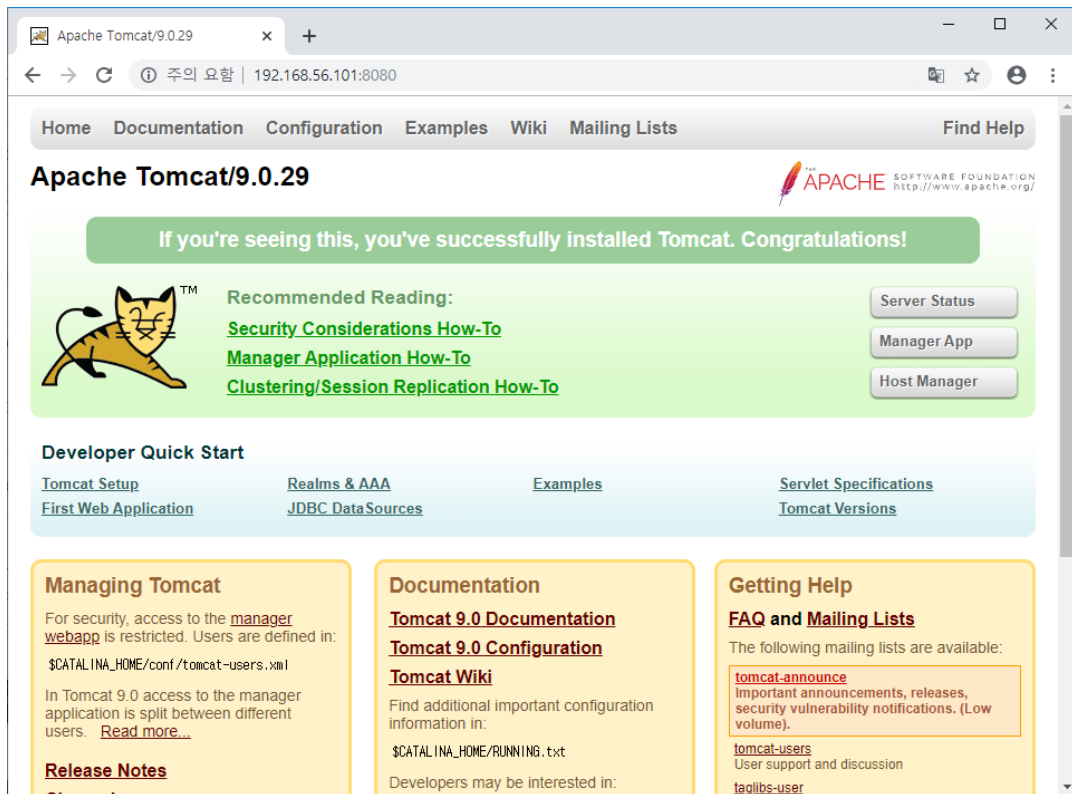
```
INFO: Deployment of web application directory /usr/local/apache-tomcat-7.0.96/webapps/examples has finished in 199 ms
Nov 23, 2019 5:19:32 AM org.apache.catalina.startup.HostConfig deployDirectory
INFO: Deploying web application directory /usr/local/apache-tomcat-7.0.96/webapps/host-manager
Nov 23, 2019 5:19:32 AM org.apache.catalina.startup.TldConfig execute
INFO: At least one JAR was scanned for TLDs yet contained no TLDs. Enable debug logging for this logger for a complete list of J
ARs that were scanned but no TLDs were found in them. Skipping unneeded JARs during scanning can improve startup time and JSP co
mpilation time.
Nov 23, 2019 5:19:32 AM org.apache.catalina.startup.HostConfig deployDirectory
INFO: Deployment of web application directory /usr/local/apache-tomcat-7.0.96/webapps/host-manager has finished in 104 ms
Nov 23, 2019 5:19:32 AM org.apache.catalina.startup.TldConfig execute
INFO: Deploying web application directory /usr/local/apache-tomcat-7.0.96/webapps/manager
Nov 23, 2019 5:19:32 AM org.apache.catalina.startup.TldConfig execute
INFO: At least one JAR was scanned for TLDs yet contained no TLDs. Enable debug logging for this logger for a complete list of J
ARs that were scanned but no TLDs were found in them. Skipping unneeded JARs during scanning can improve startup time and JSP co
mpilation time.
Nov 23, 2019 5:19:32 AM org.apache.catalina.startup.HostConfig deployDirectory
INFO: Deployment of web application directory /usr/local/apache-tomcat-7.0.96/webapps/manager has finished in 70 ms
Nov 23, 2019 5:19:32 AM org.apache.coyote.AbstractProtocol start
INFO: Starting ProtocolHandler ["http-bio-8080"]
Nov 23, 2019 5:19:32 AM org.apache.coyote.AbstractProtocol start
INFO: Starting ProtocolHandler ["ajp-bio-8009"]
Nov 23, 2019 5:19:32 AM org.apache.catalina.startup.Catalina start
```

Apache Tomcat설치

Tomcat 설치

Tomcat 기본 페이지 확인

✓ <http://192.168.56.101:8080>



02

Apache Tomcat 설정

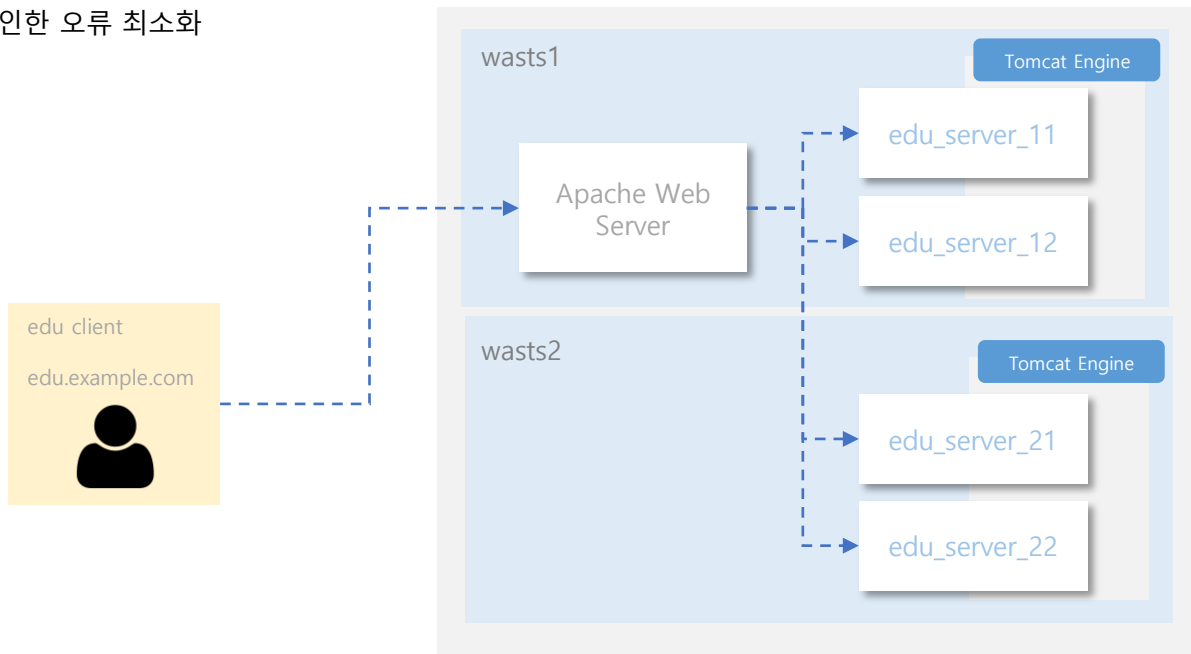
- 멀티 인스턴스 구성
- 인스턴스 관리 스크립트
- 멀티 인스턴스 LAB



멀티 인스턴스 구성

멀티 도메인 인스턴스 설정

- ✓ Apache Tomcat 엔진은 하나만 설치하여 공통 라이브러리 공유
- ✓ 인스턴스마다 어플리케이션의 고유한 설정 및 라이브러리 사용
- ✓ 포트중복으로 인한 오류 최소화



Apache Tomcat 설정

멀티 인스턴스 구성

멀티 도메인 인스턴스 구성하기

- Apache Tomcat 을 "edu_server_11" 인스턴스로 복사하고 불필요한 파일/디렉토리 제거

```
]# mkdir -p /edu/tomcat/domains
]# mkdir -p /log/tomcat
]# chown -R edu.edu /log/tomcat
]# cp -r /edu/tomcat/engine/apache-tomcat-9.0.29 /edu/tomcat/domains/edu_server_11
]# cd /edu/tomcat/domains/edu_server_11
]# rm -f /edu/tomcat/domains/edu_server_11/*
]# rm -rf logs webapps lib work bin include
```

- 추가 배포 파일 스크립트/설정 복사

```
]# cp -r /home/share/tomcat-labs/tomcat/edu_server_11/bin /edu/apache/domains/edu_server_11
]# cp -r /home/share/tomcat-labs/tomcat/edu_server_11/webapps /edu/apache/domains/edu_server_11/
]# cp /home/share/tomcat-labs/tomcat/default/* /edu/apache/domains/edu_server_11/conf/
]# chmod 600 /edu/apache/domains/edu_server_11/conf/*
```

Apache Tomcat 구성

멀티 인스턴스 구성

인스턴스 환경 설정

- /edu/tomcat/domains/edu_server_11/bin/env.sh 스크립트의 환경 설정

```
#!/usr/bin/env bash
# env.sh - start a new shell with instance variables set

DATE=`date +%Y%m%d%H%M%S`

export SERVER_USER=edu
export SERVER_NAME=edu_server_11

## set base env
export SERVER_HOME=/edu/tomcat
export CATALINA_HOME=${SERVER_HOME}/engine/apache-tomcat-9.0.29
export CATALINA_BASE=${SERVER_HOME}/domains/${SERVER_NAME}
export LD_LIBRARY_PATH=${LD_LIBRARY_PATH}:${CATALINA_HOME}/lib
export CLASSPATH=${CLASSPATH}

export JAVA_HOME=/usr/lib/jvm/java-1.8.0
export PATH=${JAVA_HOME}/bin:$PATH
export LOG_HOME=/log/tomcat/${SERVER_NAME}

# PORT OFFSET GROUP
export HOSTNAME=/bin/hostname`
export JMX_BIND_ADDR=192.168.56.101
export PORT_OFFSET=0
```


Apache Tomcat 구성

멀티 인스턴스 구성

인스턴스 환경 설정

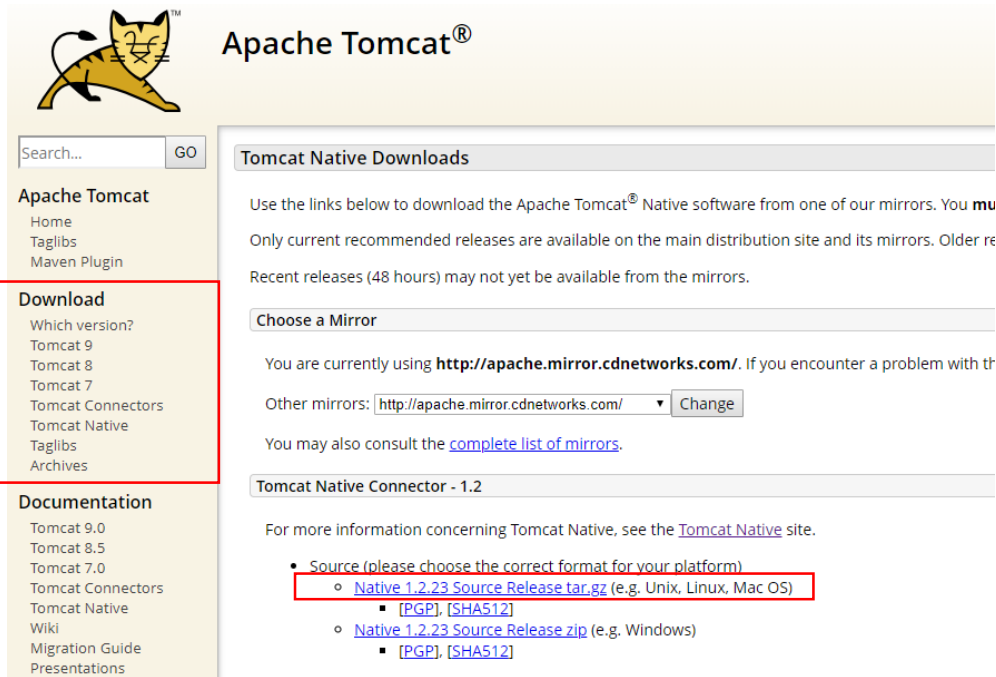
✓ `env.sh` 스크립트의 환경 설정

변수명	설명	설정
CATALINA_HOME	Tomcat 엔진 디렉터리	<code>\$SERVER_HOME/engine/apache-tomcat-9.0.29</code>
SERVER_HOME	Tomcat 홈 디렉터리	<code>/edu/tomcat</code>
CATALINA_BASE	인스턴스 홈 디렉터리	<code>/edu/tomcat/domains/\$SERVER_NAME</code>
SERVER_NAME	인스턴스 이름	<code>edu_server_11</code>
LOG_DIR	인스턴스 로그 디렉터리	<code>/log/tomcat/\${SERVER_NAME}</code>
PORT_OFFSET	인스턴스 포트 그룹 OFFSET	<code>전체 포트 그룹 + \${PORT_OFFSET}</code>
JMX_BIND_ADDR	JMX BIND Interface	<code>192.168.5.101</code>
LD_LIBRARY_PATH	JNI 모듈 위치	<code>APR Native Library</code>

Tomcat native

Tomcat Native 란?

- ✓ Java(BIO) Connector 을 대신하여 Native(APR) Connector 사용
- ✓ Apache 웹서버를 구현하는 APR 을 사용하여 좀 더 나은 성능 제공
- ✓ JNI 에 문제 발생시 디버깅의 어려움이 있음.



The screenshot shows the Apache Tomcat website. The 'Download' section is highlighted with a red box. It contains a search bar, a 'GO' button, and a list of links: 'Home', 'Taglibs', 'Maven Plugin', 'Download', 'Which version?', 'Tomcat 9', 'Tomcat 8', 'Tomcat 7', 'Tomcat Connectors', 'Tomcat Native', 'Taglibs', and 'Archives'. The 'Documentation' section is also visible, listing links for 'Tomcat 9.0', 'Tomcat 8.5', 'Tomcat 7.0', 'Tomcat Connectors', 'Tomcat Native', 'Wiki', 'Migration Guide', and 'Presentations'.

Apache Tomcat®

Search... GO

Apache Tomcat

Home
Taglibs
Maven Plugin

Download

Which version?
Tomcat 9
Tomcat 8
Tomcat 7
Tomcat Connectors
Tomcat Native
Taglibs
Archives

Documentation

Tomcat 9.0
Tomcat 8.5
Tomcat 7.0
Tomcat Connectors
Tomcat Native
Wiki
Migration Guide
Presentations

Tomcat Native Downloads

Use the links below to download the Apache Tomcat® Native software from one of our mirrors. You may also consult the [complete list of mirrors](#).

Only current recommended releases are available on the main distribution site and its mirrors. Older releases (48 hours) may not yet be available from the mirrors.

Choose a Mirror

You are currently using <http://apache.mirror.cdnetworks.com/>. If you encounter a problem with this mirror, you can change to another one.

Other mirrors: <http://apache.mirror.cdnetworks.com/> Change

You may also consult the [complete list of mirrors](#).

Tomcat Native Connector - 1.2

For more information concerning Tomcat Native, see the [Tomcat Native](#) site.

- Source (please choose the correct format for your platform)
 - [Native 1.2.23 Source Release tar.gz](#) (e.g. Unix, Linux, Mac OS)
 - [\[PGP\]](#), [\[SHA512\]](#)
 - [Native 1.2.23 Source Release zip](#) (e.g. Windows)
 - [\[PGP\]](#), [\[SHA512\]](#)

NIO -> APR Connector 변경

Tomcat Native 설치

```
]# yum install -y gcc apr-util apr-devel openssl openssl-devel
```

```
]# cd /tmp  
]# wget http://apache.tt.co.kr/tomcat/tomcat-connectors/native/1.2.23/source/tomcat-native-1.2.23-src.tar.gz  
]# tar zxvf tomcat-native-1.2.23-src.tar.gz  
]# cd /tmp/tomcat-native-1.2.23-src/native  
]# ./configure --prefix=/usr/lib/jvm/java-1.8.0-openjdk --with-java-home=/usr/lib/jvm/java-1.8.0-openjdk  
]# make  
]# make install
```

- Tomcat 기동시 아래 로그 확인

```
25-Nov-2019 10:26:49.992 INFO [main] org.apache.catalina.core.AprLifecycleListener.lifecycleEvent Loaded APR based Apache Tomcat Native library [1.2.23] using APR version [1.4.8].  
25-Nov-2019 10:26:49.992 INFO [main] org.apache.catalina.core.AprLifecycleListener.lifecycleEvent APR capabilities: IPv6 [true], sendfile [true], accept filters [false], random [true].  
25-Nov-2019 10:26:49.993 INFO [main] org.apache.catalina.core.AprLifecycleListener.lifecycleEvent APR/OpenSSL configuration: useAprConnector [false], useOpenSSL [true]  
25-Nov-2019 10:26:50.011 INFO [main] org.apache.catalina.core.AprLifecycleListener.initializeSSL OpenSSL successfully initialized [OpenSSL 1.0.2k-fips 26 Jan 2017]
```

Apache Tomcat 구성

멀티 인스턴스 구성

주요 관리 스크립트

- ✓ 'edu' 사용자로 실행
- 인스턴스 실행

```
]$ cd /edu/tomcat/domains/edu_server_11/bin  
]$ ./start.sh
```

- 인스턴스 종료

```
]$ cd /edu/tomcat/domains/edu_server_11/bin  
]$ ./stop.sh
```

- 인스턴스 강제 종료

```
]$ cd /edu/tomcat/domains/edu_server_11/bin  
]$ ./kill.sh
```

- 인스턴스 실시간 로그 확인

```
]$ cd /edu/tomcat/domains/edu_server_11/bin  
]$ ./tail.sh
```

관리 스크립트

인스턴스 관리의 편의를 위해 스크립트 제공

스크립트명	설명	비고
dump.sh	Thread Dump 생성	3초 간격으로 5번 생성됨
env.sh	Tomcat 인스턴스 환경 설정	JAVA_OPTS, 환경 변수 등에 대한 설정
kill.sh	Tomcat 강제 종료	kill -9 로 Process를 강제 종료
start.sh	Tomcat 인스턴스 기동	Tomcat 기동
stop.sh	Tomcat 인스턴스 종료	Tomcat 종료
status.sh	Tomcat 인스턴스 상태 조회	ps 이용
tail.sh	Server log 출력	tail 로 Tomcat 로그 확인

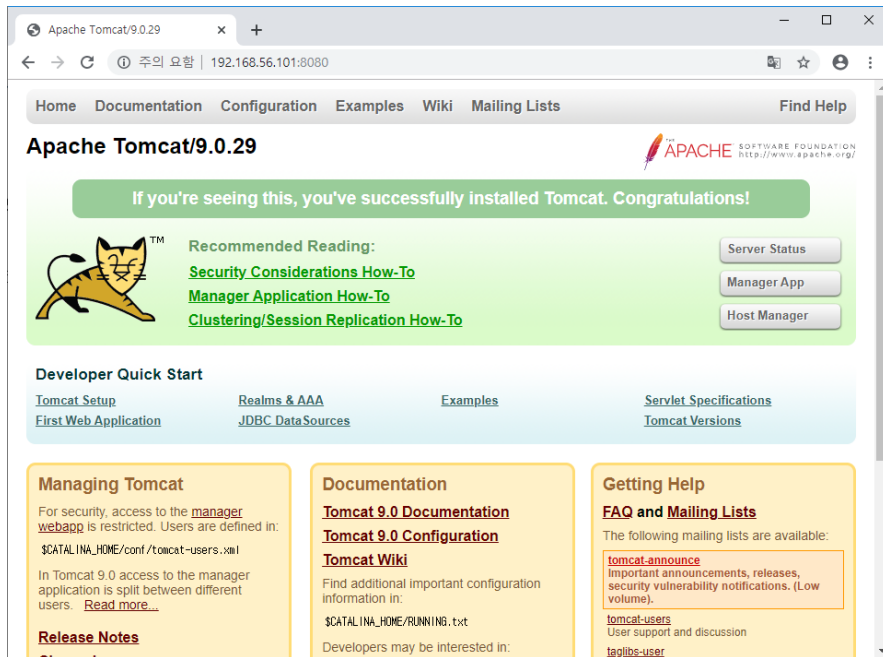
Apache Tomcat 구성

Tomcat 구성 Lab

tomcat 멀티 도메인 구성

6 페이지 “실습 구성 환경” 참고하여 총 2개의 인스턴스를 구성하세요.

- ✓ 브라우저로 서버가 정상적으로 동작하는지 확인.
- ✓ <http://192.168.56.101:8080>
- ✓ <http://192.168.56.102:8080>



03

Apache 웹서버 연결

- Apache 웹서버 연결방법
- Apache 웹서버 설치
- Apache 웹서버 연결 설정
- Apache 웹서버 연결 Lab

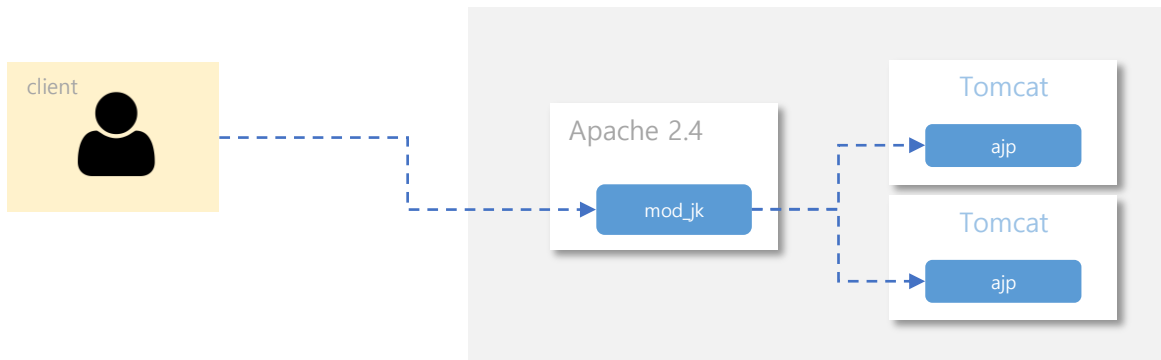


Apache 웹서버 연결

Apache 웹서버 설치

웹서버와 연결 방법

- mod_jk
- ✓ Apache Tomcat 연결을 위해 개발된 모듈
- ✓ 개선된 Load Balancer 설정 가능
- ✓ AJP 프로토콜을 사용하여 AJP 프로토콜을 제공하는 WAS 서버와 연결

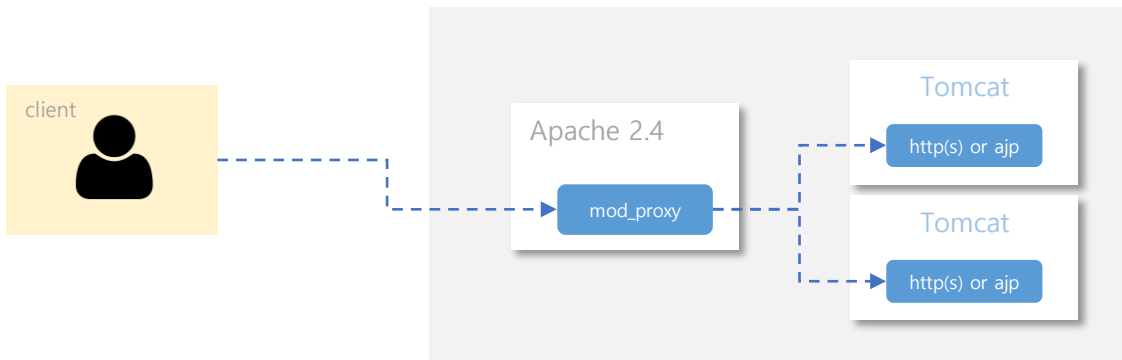


Apache 웹서버 연결

Apache 웹서버 설치

웹서버와 연결 방법

- mod_proxy
- ✓ 추가 컴파일이 필요 없는 Apache HTTP 서버의 기본 모듈
- ✓ HTTP, HTTPS, AJP 프로토콜을 사용하여 소프트웨어의 종류에 제약없이 사용가능

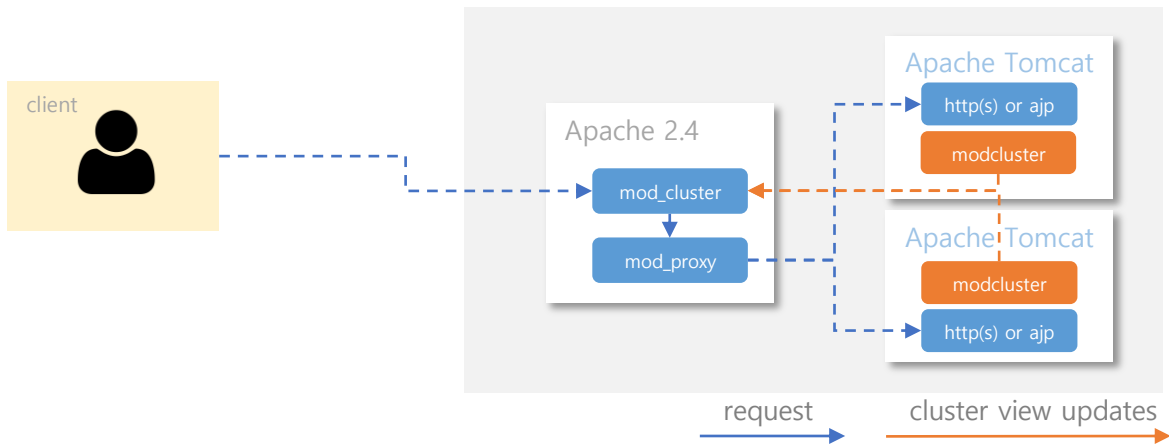


Apache 웹서버 연결

Apache 웹서버 연결 방법

modcluster module

- mod_cluster
- ✓ JBoss 오픈소스 그룹에서 제공하는 오픈소스 연결 모듈
- ✓ worker 상태를 동적 관리
- ✓ 어플리케이션 레벨의 라이프사이클 제공



Apache 웹서버 연결

Apache 웹서버 설치

Apache HTTPD 서버를 다운로드후 컴파일 설치.

- Apache HTTPD 컴파일을 위한 사전 패키지 설치

```
]# yum install -y gcc openssl openssl-devel pcre pcre-devel apr apr-devel apr-util apr-util-devel
```

- mod_jk 모듈 컴파일 설치
- ✓ <http://httpd.apache.org/download.cgi>

```
]# cd /tmp/  
]# wget http://apache.tt.co.kr/httpd/httpd-2.4.41.tar.gz  
]# tar -zxvf httpd-2.4.41.tar.gz  
]# cd httpd-2.4.41  
]# ./configure --prefix=/edu/apache/httpd-2.4.41 --enable-mpms-shared=all --with-mpm=worker --enable-ssl --enable-rewrite  
]# make  
]# make install
```

Apache 웹서버 연결

Apache 웹서버 설치

Tomcat Connector 다운로드 후 설치.

- mod_jk 모듈 컴파일 설치
- ✓ <https://tomcat.apache.org/download-connectors.cgi>

```
]# cd /tmp
]# wget https://archive.apache.org/dist/tomcat/tomcat-connectors/jk/tomcat-connectors-1.2.46-src.tar.gz
]# tar -zxvf tomcat-connectors-1.2.46-src.tar.gz
]# cd tomcat-connectors-1.2.46-src/native
]# ./configure --with-apxs=/edu/apache/httpd-2.4.41/bin/apxs
]# make
]# cp apache-2.0/mod_jk.so /edu/apache/httpd-2.4.41/modules
]# mkdir -p /log/apache/jk-log
```

Apache 웹서버 연결

Apache 웹서버 연결 설정

설정 파일 추가

- mod_jk 모듈 설정파일 – <APACHE_HOME>/conf/extra/jk.conf

```
LoadModule jk_module modules/mod_jk.so
```

```
JkWorkersFile conf/extra/workers.properties
```

```
JkLogFile "|/edu/apache/httpd-2.4.41/bin/rotatelog /log/apache/jk-log/jk.log.%Y%m%d 86400 +540"
```

```
JkLogLevel error
```

```
JkLogStampFormat "[%Y %a %b %d %H:%M:%S]"
```

```
JKRequestLogFormat " [%w:%R] [%V] [%U] [%s] [%T]"
```

```
JkMountFile conf/extra/uriworkmap.properties
```

```
JkShmFile /log/apache/jk-log/mod-jk.shm
```

Apache 웹서버 연결

Apache 웹서버 연결 설정

설정 파일 추가

- worker 설정 파일 – <APACHE_HOME>/conf/extra/workers.properties

```
worker.list=jkstatus,edu_wlb

worker.template.lbfactor=1
worker.template.type=ajp13

worker.edu_server_11.reference=worker.template
worker.edu_server_11.host=192.168.56.101
worker.edu_server_11.port=8009

worker.edu_server_21.reference=worker.template
worker.edu_server_21.host=192.168.56.102
worker.edu_server_21.port=8009

worker.edu_wlb.type=lb
worker.edu_wlb.method=session
worker.edu_wlb.sticky_session=true
worker.edu_wlb.balance_workers=edu_server_11,edu_server_21

worker.jkstatus.type=status
```

Apache 웹서버 연동

Apache 웹서버 연결 설정

설정 파일 추가

- virtualhost 설정 파일 – <APACHE_HOME>/conf/extra/vhosts.conf
- ✓ virtualhost 내에 URL Map 설정

```
<VirtualHost *:80>
    ServerName  edu.example.com

    DocumentRoot "/edu/webapp/example.war"
    ServerAdmin  admin@example.com

    JkMount /*.do          edu_wlb
    JkMount /*.jsp         edu_wlb

    JkUnMount /*.jpg       edu_wlb
    JkUnMount /*.png       edu_wlb
    JkUnMount /*.gif       edu_wlb
</VirtualHost>

<Directory "/edu/webapp/example.war">
    Require all granted
</Directory>
```

```
]# mkdir -p /edu/webapp/example.war
]# echo "HELLO EDU TOMCAT" >/edu/webapp/example.war/index.html
```

Apache 웹서버 연동

Apache 웹서버 연결 설정

Virtualhost 설정 파일 추가

- URI Mapping 설정 파일 – <APACHE_HOME>/conf/extra/uriworkermap.properties
- ✓ WEB / WAS 로 처리하는 요청 분리
- ✓ 정적인 페이지 처리속도가 WAS 에 비해 빠르기 때문에 이미지와 같은 정적인 콘텐츠는 WEB 서버에서 처리

```
/*jsp=edu_wlb  
/*do=edu_wlb  
  
!/*jpg=edu_wlb  
!/*png=edu_wlb  
!/*gif=edu_wlb
```


Apache 웹서버 연동

Apache 웹서버 연결 설정

설정 파일 로딩

- /edu/apache/httpd-2.4.41/conf/httpd.conf 에서 modjk 설정 추가

```
...  
# Apache JBoss Connector  
Include conf/extra/jk.conf  
  
# Virtualhost configuration  
Include conf/extra/vhosts.conf
```

- Apache 웹서버 실행/종료
 - ✓ 문법체크 메시지는 무시

```
]# cd /edu/apache/httpd-2.4.41/bin  
]# ./apachectl start  
  
]# ./apachectl stop
```

Apache 웹서버 연동

Apache 웹서버 연결 설정

연동 로그 확인

- `/log/apache/jk-log/jk.log.yyyymmdd`
 - ✓ URI Map 에 설정된 확장자만 로그 생성

```
]$ tail -f /log/apache/jk-log/jk.log.yyyy.mm.dd
```

```
[2019 Tue Nov 26 04:59:09] [edu_wlb:edu_server_11] [192.168.56.101] [/sleep.jsp] [200] [4.754534]  
[2019 Tue Nov 26 04:59:10] [edu_wlb:edu_server_11] [192.168.56.101] [/index.jsp] [200] [0.001542]  
[2019 Tue Nov 26 04:59:10] [edu_wlb:edu_server_11] [192.168.56.101] [/index.jsp] [200] [0.001527]  
[2019 Tue Nov 26 04:59:14] [edu_wlb:edu_server_11] [192.168.56.101] [/sleep.jsp] [200] [4.869880]  
[2019 Tue Nov 26 04:59:14] [edu_wlb:edu_server_11] [192.168.56.101] [/sleep.jsp] [200] [3.533901]  
[2019 Tue Nov 26 04:59:15] [edu_wlb:edu_server_11] [192.168.56.101] [/index.jsp] [200] [0.001869]  
[2019 Tue Nov 26 04:59:15] [edu_wlb:edu_server_11] [192.168.56.101] [/index.jsp] [200] [0.001690]  
[2019 Tue Nov 26 04:59:15] [edu_wlb:edu_server_11] [192.168.56.101] [/dstest.jsp] [200] [0.002280]  
[2019 Tue Nov 26 04:59:16] [edu_wlb:edu_server_11] [192.168.56.101] [/index.jsp] [200] [0.001926]  
[2019 Tue Nov 26 04:59:18] [edu_wlb:edu_server_11] [192.168.56.101] [/sleep.jsp] [200] [2.569358]
```

❖ 어플리케이션 배포 실습 이후에 확인

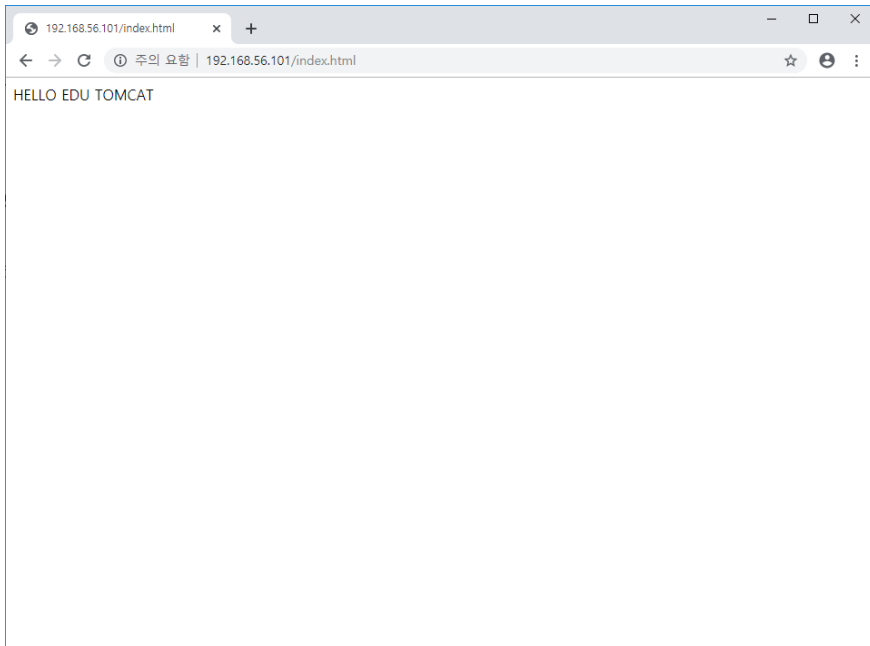
Apache 웹서버 연동

Apache 웹서버 연결 Lab

Apache Tomcat 연결

6 페이지 “실습 구성 환경” 참고하여 총 2개의 인스턴스를 Apache 웹서버와 연결하세요..

- ✓ 브라우저로 서버가 정상적으로 동작하는지 확인.
- ✓ `http://192.168.56.101/index.html`



04

Apache Tomcat 배포

- 어플리케이션 배포
- 어플리케이션 배포 LAB



Apache Tomcat 배포

어플리케이션 배포

Tomcat Deployment

- ✓ server.xml 을 이용한 배포
- ✓ 관리자 콘솔을 이용한 배포

어플리케이션 배포

example.war 어플리케이션 생성

- ✓ 기존 샘플 어플리케이션 파일 삭제
- ✓ 배포파일에 example.war 내용을 복사하여 어플리케이션 생성

```
]$ rm -rf /edu/tomcat/domains/edu_server_11/webapps/ROOT
]$ cp -r /home/share/tomcat-labs/webapp/example.war/* /edu/webapp/example.war
]$ cd /edu/webapp/example.war
]$ chown -R edu.edu /edu/webapp
```

- Tomcat 에서의 어플리케이션 경로 변경(Context Root)
- ✓ 어플리케이션 요청 시 요청 최상위 URL 경로
- ✓ path: 어플리케이션의 Context 설정 (공백 또는 / 로 설정)
- ✓ docBase : 어플리케이션이 위치하는 절대경로

```
]$ vi /edu/tomcat/domain/edu_server_11/conf/server.xml
<Host ...>

<Context path="" docBase="/edu/webapp/example.war">
</Context>
</Host>
```

어플리케이션 배포

관리자 콘솔을 이용한 배포

- ✓ Tomcat 관리 사용자를 추가

```
]$ cd /etc/tomcat/domains/edu_server11/conf  
]$ vi tomcat-users.xml
```

```
<tomcat-users xmlns="http://tomcat.apache.org/xml"  
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"  
  xsi:schemaLocation="http://tomcat.apache.org/xml tomcat-users.xsd"  
  version="1.0">  
  
  <role rolename="tomcat"/>  
  <role rolename="manager"/>  
  <role rolename="admin"/>  
  <role rolename="admin-gui"/>  
  <role rolename="admin-script"/>  
  <role rolename="manager-gui"/>  
  <role rolename="manager-script"/>  
  <role rolename="manager-jmx"/>  
  <role rolename="manager-status"/>  
  <role rolename="Jolokia"/>  
  
  <user username="edu" password="edu" roles="admin,tomcat,manager,manager-gui,manager-status,manager-jmx,manager-script,admin-gui,admin-script,Jolokia"/>  
  
</tomcat-users>
```

Apache Tomcat 배포

어플리케이션 배포

관리자 콘솔을 이용한 배포

- ✓ `http://192.168.56.101:8080/manager`
- ✓ WAR 경로를 설정하여 배포
- ✓ Archive 형태의 파일을 업로드 배포

The screenshot shows the Apache Tomcat Manager Application interface. The top section displays a table of deployed applications. Below this, the '배포' (Deploy) section is highlighted with a red box. This section contains instructions for deploying WAR files and fields for specifying the context path, version, XML configuration file path, and WAR file path. A '배포' button is present. Below the deployment section, there is a section for '배포할 WAR 파일' (WAR file to be deployed) with instructions to upload a WAR file and buttons for '파일 선택' (Select file) and '배치' (Deploy). The bottom section, '설정' (Settings), contains instructions to reload TLS configuration files.

Context Path	Status	Application Name	Enabled	Auto Deploy	Actions
/	지정 안됨	Welcome to Tomcat	true	0	세션들을 만료시키기 idle 값 ≥ 30 분
/hawtio	지정 안됨	hawtio	true	0	시작 중지 다시 로드 배치된 것을 제거 세션들을 만료시키기 idle 값 ≥ 30 분
/jolokia-war-1.6.2	지정 안됨	JSON JMX Agent	true	0	시작 중지 다시 로드 배치된 것을 제거 세션들을 만료시키기 idle 값 ≥ 30 분
/manager	지정 안됨	Tomcat Manager Application	true	1	시작 중지 다시 로드 배치된 것을 제거 세션들을 만료시키기 idle 값 ≥ 30 분

배포

서버에 있는 디렉토리 또는 WAR 파일을 배치합니다.

컨텍스트 경로:

버전 (선택 사항):

XML 설정 파일 경로:

WAR 또는 디렉토리 경로:

배포할 WAR 파일

업로드할 WAR 파일을 선택하십시오. 선택된 파일 없음

설정

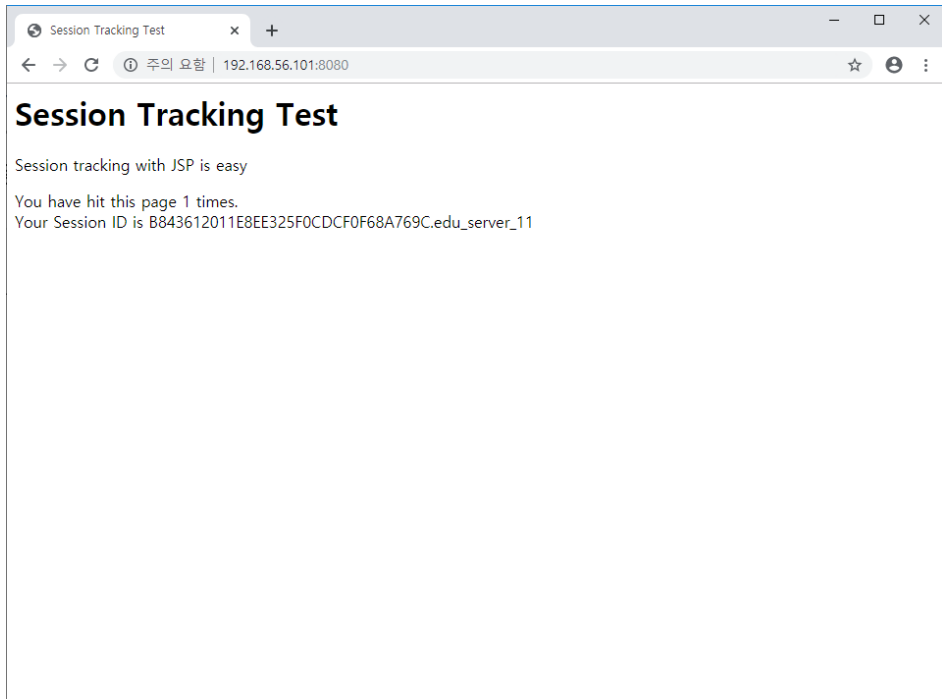
TLS 설정 파일들을 다시 읽습니다.

Apache Tomcat 배포

어플리케이션 배포

example 어플리케이션 호출

- ✓ <http://192.168.56.101/index.jsp>
- ✓ <http://192.168.56.101:8080/index.jsp>



05

Apache Tomcat DB 연결

- DB 설치
- JDBC 설정
- DB 연결 설정
- DB 연결 LAB



Apache Tomcat DB 연결

DB 설치

MySQL / mariadb 설치

- ✓ wasts2 서버 MySQL 설치

```
]# yum install -y mysql mysql-server  
]# systemctl start mysqld
```

- ✓ database 생성 및 사용자 추가

```
]# mysql -u root -p  
MariaDB [(none)]> create database tedu;  
MariaDB [(none)]> grant all on tedu.* to tedu identified by 'tomcatedu123!';  
MariaDB [(none)]> grant all on tedu.* to tedu@127.0.0.1 identified by 'tomcatedu123!';  
MariaDB [(none)]> grant all on tedu.* to tedu@localhost identified by 'tomcatedu123!';
```

- ✓ Sample DB 생성

```
]# mysql -u root -p tedu < /home/share/tomcat-labs/sample-edu-db.sql
```

Apache Tomcat DB 연결

DB 연결 설정

connector 설정

- ✓ DB 벤더에서 제공하는 JDBC 드라이브 다운로드
- ✓ <https://dev.mysql.com/downloads/>
- ✓ Apache Tomcat 엔진 공통 모듈 설정

```
]$ cp /home/share/tomcat-labs/tomcat/mysql-connector-java-8.0.18.jar /edu/tomcat/engine/apache-tomcat-9.0.29/lib/
```

DB 연결 설정

server.xml 설정

- ✓ /edu/tomcat/domains/edu_server_11/conf/server.xml 설정
- ✓ GlobalNamingResources 내 Resource 로 설정

```
<GlobalNamingResources>
...
  <Resource name="jdbc/eduDS" auth="Container"
    type="javax.sql.DataSource"
    driverClassName="com.mysql.jdbc.Driver"
    url="jdbc:mysql://192.168.56.101:3306/edu?useUnicode=true&characterEncoding=utf8&serverTimezone=UTC"
    username="tedu" password="tomcatedu1234!"
    maxTotal="10"
    maxIdle="10"
    minIdle="10"
    maxWaitMillis="30000"
    validationQuery="SELECT 1"
    testWhileIdle="true"
    timeBetweenEvictionRunsMillis="10000"
  />
</GlobalNamingResources>
```

Apache Tomcat DB 연결

DB 연결 설정

Context 설정

- ✓ GlobalNamingResource 는 Context 별로 공유해서 사용.
- ✓ Context 내에 ResourceLink 로 사용

```
...  
<Context path="" docBase="/edu/webapp/example.war">  
    <ResourceLink global="jdbc/eduDS" name="jdbc/eduDS"  
        type="javax.sql.DataSource" />  
</Context>
```

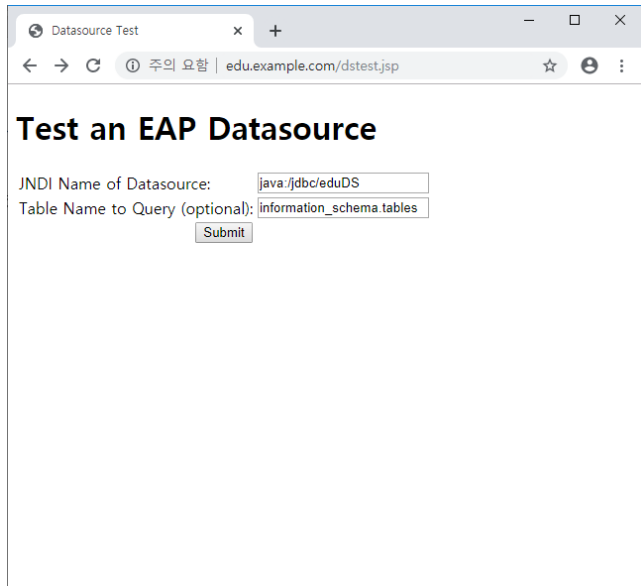
- 어플리케이션에서의 JNDI 호출
- ✓ Tomcat 의 Resource Namespace 는 "java:comp/env"
- ✓ 어플리케이션에서 Lookup 시 "java:comp/env" + jndiname 사용
- ✓ "java:comp/env/jdbc/eduDS"

Apache Tomcat DB 연결

DB 연결 LAB

example.war 의 dctest.jsp 를 이용하여 테스트

- “4장 어플리케이션” 배포에서 배포된 example.war 를 이용하여 DB 연결을 확인하세요.
- ✓ jndiName : java:comp/env/jdbc/eduDS
- ✓ Table Name : authors or posts

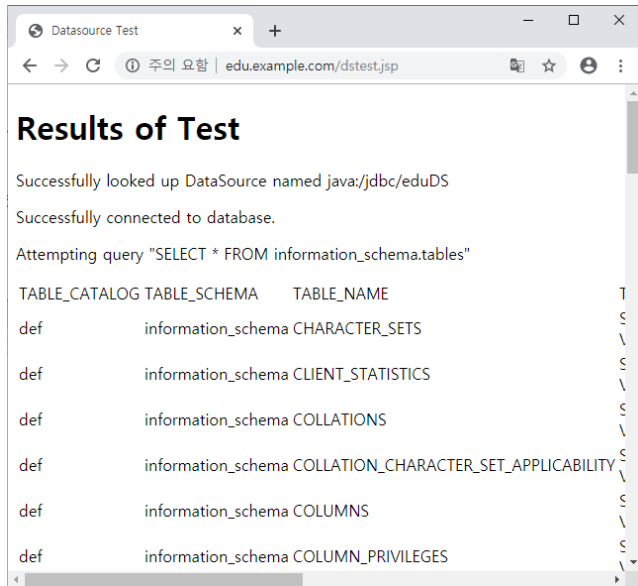


Datasource Test

Test an EAP Datasource

JNDI Name of Datasource:

Table Name to Query (optional):



Datasource Test

Results of Test

Successfully looked up DataSource named java:/jdbc/eduDS

Successfully connected to database.

Attempting query "SELECT * FROM information_schema.tables"

TABLE_CATALOG	TABLE_SCHEMA	TABLE_NAME	
def	information_schema	CHARACTER_SETS	T
			S
			\
def	information_schema	CLIENT_STATISTICS	S
			\
def	information_schema	COLLATIONS	S
			\
def	information_schema	COLLATION_CHARACTER_SET_APPLICABILITY	S
			\
def	information_schema	COLUMNS	S
			\
def	information_schema	COLUMN_PRIVILEGES	S
			\

06

Apache Tomcat 클러스터링

- Tomcat 클러스터링
- 클러스터링 설정
- 클러스터링 LAB

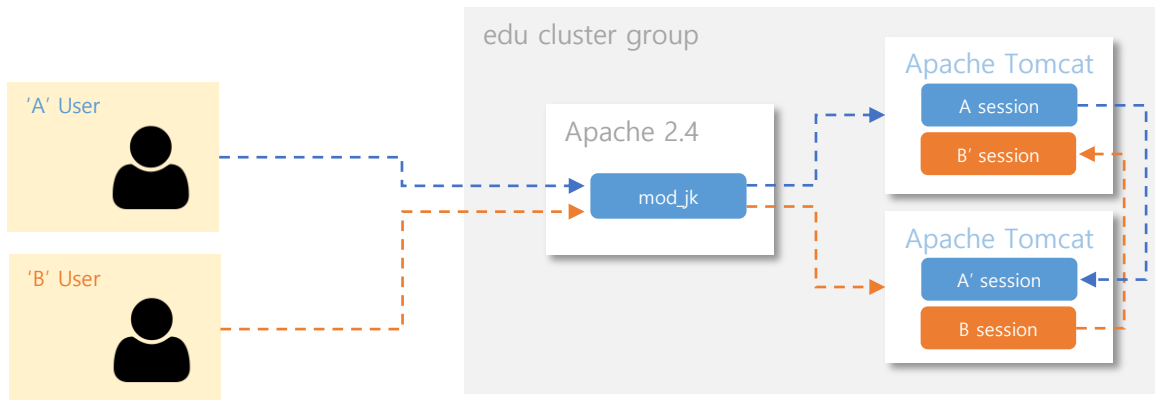


Tomcat 클러스터링

Tomcat 클러스터링

Tomcat Session Replication

- ✓ HTTP Session 클러스터링.
- ✓ UDP 를 지원하지 않는 Cloud 환경에서는 TCP 로 변경해서 사용
- ✓ 대용량 트래픽을 원하는 어플리케이션은 적합하지 않음



Tomcat 클러스터링

클러스터링 설정

클러스터링 server.xml 설정

- ✓ 기본 UDP Multicast 를 이용하여 같은 네트워크 자동 그룹핑.
- ✓ 클러스터링 그룹은 동일하게 설정

```
<Engine name="Catalina" defaultHost="localhost" jvmRoute="${server.name}">

  <Cluster className="org.apache.catalina.ha.tcp.SimpleTcpCluster"
    channelSendOptions="8">

    <Manager className="org.apache.catalina.ha.session.DeltaManager"
      expireSessionsOnShutdown="false"
      notifyListenersOnReplication="true"/>

    <Channel className="org.apache.catalina.tribes.group.GroupChannel">
      <Membership className="org.apache.catalina.tribes.membership.McastService"
        bind="192.168.56.101"
        address="231.0.6.1"
        port="45564"
        frequency="500"
        dropTime="3000"/>

      <Receiver className="org.apache.catalina.tribes.transport.nio.NioReceiver"
        address="192.168.56.101"
        port="4000"
        autoBind="100"
        selectorTimeout="5000"
        maxThreads="6"/>

    ...
```

클러스터링 설정

클러스터링 server.xml 설정

- ✓ 기본 UDP Multicast 를 이용하여 같은 네트워크 자동 그룹핑.
- ✓ 클러스터링 그룹은 동일하게 설정

```
...  
  
<Sender className="org.apache.catalina.tribes.transport.ReplicationTransmitter">  
  <Transport className="org.apache.catalina.tribes.transport.nio.PooledParallelSender"/>  
</Sender>  
<Interceptor className="org.apache.catalina.tribes.group.interceptors.TcpFailureDetector"/>  
<Interceptor className="org.apache.catalina.tribes.group.interceptors.MessageDispatchInterceptor"/>  
<Interceptor className="org.apache.catalina.tribes.group.interceptors.ThroughputInterceptor"/>  
</Channel>  
  
<Valve className="org.apache.catalina.ha.tcp.ReplicationValve"  
  filter=""/>  
<Valve className="org.apache.catalina.ha.session.JvmRouteBinderValve"/>  
  
<Deployer className="org.apache.catalina.ha.deploy.FarmWarDeployer"  
  watchEnabled="false"/>  
  
<ClusterListener className="org.apache.catalina.ha.session.ClusterSessionListener"/>  
</Cluster>
```

Tomcat 클러스터링

클러스터링 설정

클러스터링을 위한 어플리케이션 설정

- ✓ WEB-INF/web.xml 설정 필요
- <distributable> 옵션으로 클러스터링 활성화

```
]$ /edu/webapp/example.war/WEB-INF/web.xml
```

```
<web-app>
```

```
<distributable />
```

```
</web-app>
```

클러스터링 설정

관리스크립트 server.xml 설정

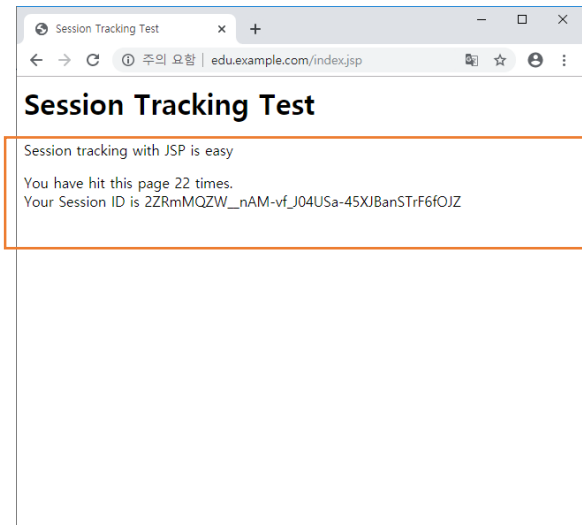
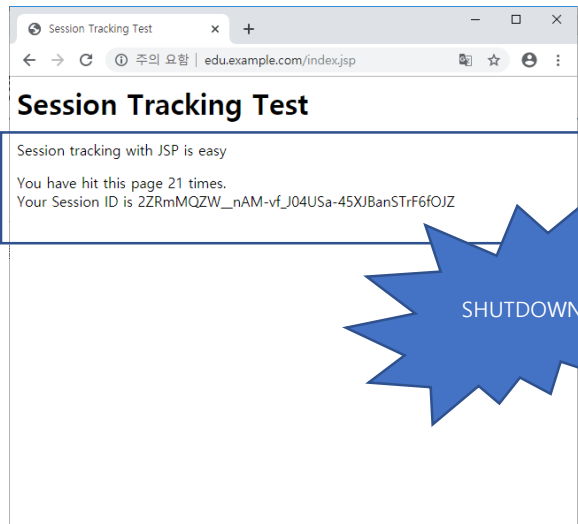
- /log/tomcat/edu_server_11/edu_server_11_server.log
- 클러스터 멤버 view update

```
25-Nov-2019 12:26:47.454 INFO [Tribes-Task-Receiver[Catalina-Channel]-1] org.apache.catalina.tribes.io.BufferPool.getBufferPool Created a buffer pool with max size:[104857600] bytes of type:
[org.apache.catalina.tribes.io.BufferPool15Impl]
25-Nov-2019 12:26:47.946 INFO [Membership-MemberAdded.] org.apache.catalina.ha.tcp.SimpleTcpCluster.memberAdded Replication member
added:[org.apache.catalina.tribes.membership.MemberImpl[tcp://[192, 168, 56, 102]:4000,{192, 168, 56, 102},4000, alive=1030, securePort=-1, UDP Port=-1, id={17 126 -94 -74 112 -30 77 50 -91 -18 42 -121 -
118 -94 -85 -123 }, payload={}, command={}, domain={}]]
25-Nov-2019 12:26:49.718 INFO [Tribes-Task-Receiver[Catalina-Channel]-3] org.apache.catalina.tribes.group.interceptors.ThroughputInterceptor.report ThroughputInterceptor Report[
Tx Msg:1 messages
Sent:0.00 MB (total)
Sent:0.00 MB (application)
Time:0.07 seconds
Tx Speed:0.01 MB/sec (total)
Tx Speed:0.01 MB/sec (application)
Error Msg:0
Rx Msg:2 messages
Rx Speed:0.00 MB/sec (since 1st msg)
Received:0.00 MB]
```

클러스터링 LAB

어플리케이션 레벨 테스트

- 두 대의 노드를 edu 클러스터링 그룹 설정 후 동작을 확인하세요.
- ✓ <http://edu.example.com/index.jsp> 호출
- ✓ 요청시 hit 수가 정상적으로 증가 확인
- ✓ 노드 1 종료 -> 재요청 후 hit 수 지속적인 증가 확인, Session ID 유지



06

Apache Tomcat 트러블슈팅

- 장애 발생 유형
- 장애 발생 대응
- 장애 발생 대응 LAB



Apache Tomcat 트러블슈팅

장애 발생 유형

대표적인 장애 발생 유형

- ✓ JVM Process Down
- ✓ OutOfMemory Error
- ✓ Slow Response
- ✓ JVM Hang
- ✓ CPU 과부하

Apache Tomcat 트러블슈팅

장애 발생 유형

JVM Process

- ✓ Java Core Dump 를 생성하며 JVM Process 가 중지됨.
- ✓ JDK Bug 로 인한 Process down
- ✓ Native Library(JNI) 충돌로 인한 Process down

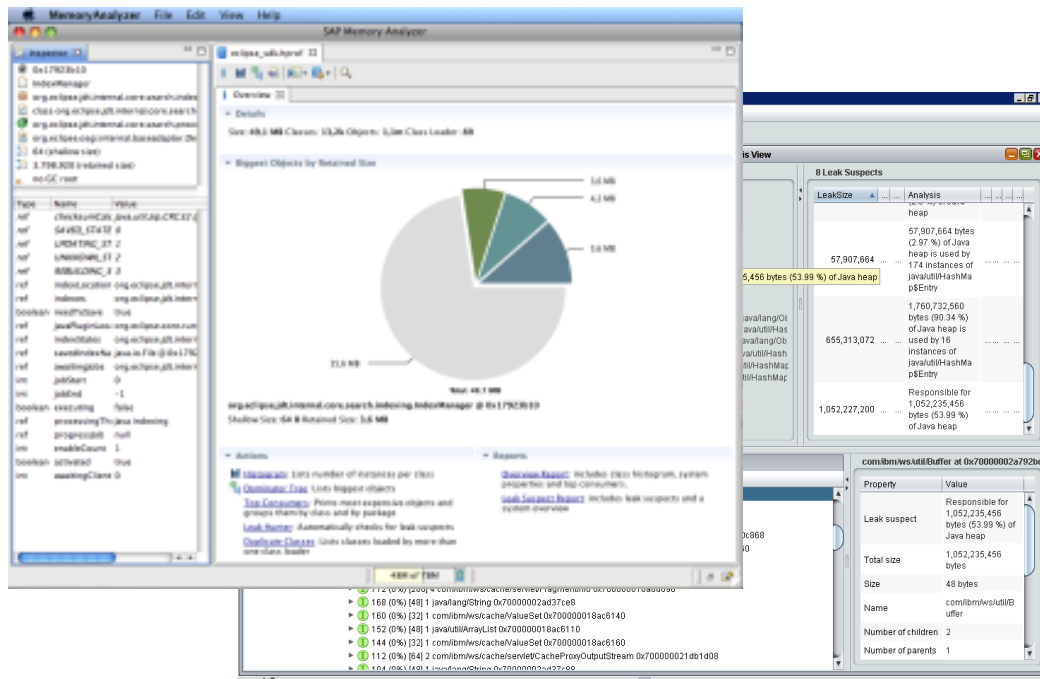
```
#
# A fatal error has been detected by the Java Runtime Environment:
#
# SIGSEGV (0xb) at pc=0x00007fb21e88337a, pid=15230, tid=140402991798016
#
# JRE version: 7.0_09-b05
# Java VM: Java HotSpot(TM) 64-Bit Server VM (23.5-b02 mixed mode linux-amd64 compressed oops)
# Problematic frame:
# C [ShortestPathFinder.dll+0x1137a] CXiNetworkData::GetNearestNodeID(double, double, bool)+0x1bc
#
# Failed to write core dump. Core dumps have been disabled. To enable core dumping, try "ulimit -c unlimited" before starting Java again
#
# If you would like to submit a bug report, please visit:
#   http://bugreport.sun.com/bugreport/crash.jsp
# The crash happened outside the Java Virtual Machine in native code.
# See problematic frame for where to report the bug.
#

Stack: [0x00007fd051f6e000,0x00007fd05206f000], sp=0x00007fd052069988, free space=1006k
Native frames: (J=compiled Java code, j=interpreted, Vv=VM code, C=native code)
C [libEdgeDbJni.so.0.1+0x1ce3e] Java_com_klmatrix_edgedb_clientlib_EdgeDbCtx_create_1ctx+0x18dae
```

OutOfMemory

- ✓ OutOfMemoryError Heap 메모리 부족 이외에도 여러가지 메시지 발생.
- ✓ Java Heap Space
 - 일시적인 메모리 부족 또는 메모리 누수
 - 메모리 누수의 경우 지속적으로 Heap Dump 분석
 - GC 로그 패턴 확인
- ✓ PermGen or MetaSpace
 - PermGen(1.8 이전) , MetaSpace(1.8 이후) 메모리 부족
- ✓ Requested <size> byte for <reason> . Out Of swap space
 - Native Heap 메모리가 부족할 때 발생.
 - OS 의 Physical Memory 를 증설.
 - JNI의 메모리 누수 확인
- ✓ Unable to create new native thread
 - OS Thread 개수 제한으로 발생
 - OS Thread 개수 제한 설정
 - `/etc/security/limit.conf : nproc`

- ✓ Heap Dump 분석툴
 - Eclipse Mat
 - IBM Heap Analyzer
 - HPJmeter



Apache Tomcat 트러블슈팅

장애 발생시 대응

장애 발생 시점 데이터 수집

- ✓ 장애 현상에 대한 원인 및 내용 확인
- ✓ 장애 발생 전 작업 내역 확인 WAS 프로세스 상태 확인
 - Java Thread Stack
 - Heap Dump
 - Thread 상태 확인
 - Thread 별 CPU 사용률
 - Network Connection 상태
- ✓ WEB 서버 상태 확인
 - WAS 서버와의 연동 모듈 확인
 - Network Connection 상태 확인
- ✓ 로그 확인
 - WAS 로그
 - WEB 로그
 - OS 로그
 - 기타 연동 시스템 로그
- ✓ CPU, Memory, Network, Disk 상태 확인
 - top, sar, free, vmstat, netstat, ...

Apache Tomcat 트러블슈팅

장애 발생시 대응

장애시 WAS 수집 데이터

- Thread Dump
 - 응답시간 지연, Hang 발생시 수집
 - Java Thread Stack Snapshot
 - `kill -3 <PID>`
 - `jstack <PID>`
 - 지속적으로 Thread Dump 를 확인하여 원인 확인
 - 예) 3초간격으로 5번 실행 (nohup 표준 출력 로그에서 확인)
 - Thread Dump 분석툴
 - Tdv(thread dump viewer)
 - fastthread.io
- ✓ Heap Dump
 - Java 옵션 "HeapDumpOnOutOfMemoryError" 설정시 OOM이 발생하면 자동으로 생성
 - 메모리 누수가 의심될 경우 지속적인 Heap Dump 분석 필요
 - Heap Dump 생성시 JVM Hang이 발생
 - `jmap -dump:format=b,file=heapdump.hprof <PID>`
 - Heap Dump 분석툴
 - Eclipse Mat
 - IBM Heap Analyzer
 - HPJmeter

Apache Tomcat 트러블슈팅

장애 발생시 대응 LAB

어플리케이션 지연 발생 확인

- 응답시간이 지연되는 SQL query 를 생성하고 Thread Dump 를 확인하세요.

- ✓ `http://edu.example.com/dstest.jsp` 호출
- ✓ JNDI : `"java:/jdbc/eduDS"`
- ✓ Query : `"posts where sleep(300)"`
- ✓ `kill -3 <PID>` 또는 `dump.sh` 실행

Datasource Test

edu.example.com/dstest.jsp

Test an EAP Datasource

JNDI Name of Datasource:

Table Name to Query (optional):

[edu.example.com의 응답을 기다리...](#)

```
"default task-1" #262 prio=5 os_prio=0 tid=0x000000001835800 nid=0x48bb runnable
[0x00007fcb1fcab000]
java.lang.Thread.State: RUNNABLE
    at java.net.SocketInputStream.socketRead0(Native Method)
    at java.net.SocketInputStream.socketRead(SocketInputStream.java:116)
    at java.net.SocketInputStream.read(SocketInputStream.java:171)
    at java.net.SocketInputStream.read(SocketInputStream.java:141)
    at com.mysql.cj.protocol.ReadAheadInputStream.fill(ReadAheadInputStream.java:107)
    at
com.mysql.cj.protocol.ReadAheadInputStream.readFromUnderlyingStreamIfNecessary(ReadAheadInputStream.java:150)
    at com.mysql.cj.protocol.ReadAheadInputStream.read(ReadAheadInputStream.java:180)
    - locked <0x00000000ed221178> (a com.mysql.cj.protocol.ReadAheadInputStream)
    at java.io.FilterInputStream.read(FilterInputStream.java:133)
    at com.mysql.cj.protocol.FullReadInputStream.readFully(FullReadInputStream.java:64)
    at com.mysql.cj.protocol.a.SimplePacketReader.readHeader(SimplePacketReader.java:63)
    at com.mysql.cj.protocol.a.SimplePacketReader.readHeader(SimplePacketReader.java:45)
    at com.mysql.cj.protocol.a.TimeTrackingPacketReader.readHeader(TimeTrackingPacketReader.java:52)
    at com.mysql.cj.protocol.a.TimeTrackingPacketReader.readHeader(TimeTrackingPacketReader.java:41)
    at com.mysql.cj.protocol.a.MultiPacketReader.readHeader(MultiPacketReader.java:54)
    at com.mysql.cj.protocol.a.MultiPacketReader.readHeader(MultiPacketReader.java:44)
    at com.mysql.cj.protocol.a.NativeProtocol.readMessage(NativeProtocol.java:533)
    at com.mysql.cj.protocol.a.NativeProtocol.checkErrorMessage(NativeProtocol.java:703)
    at com.mysql.cj.protocol.a.NativeProtocol.sendCommand(NativeProtocol.java:642)
    at com.mysql.cj.protocol.a.NativeProtocol.sendQueryPacket(NativeProtocol.java:941)
    at com.mysql.cj.protocol.a.NativeProtocol.sendQueryString(NativeProtocol.java:887)
    at com.mysql.cj.NativeSession.execSQL(NativeSession.java:1073)
    at com.mysql.cj.jdbc.StatementImpl.executeQuery(StatementImpl.java:1168)
    - locked <0x00000000ecbef590> (a com.mysql.cj.jdbc.ConnectionImpl)
    at org.jboss.jca.adapters.jdbc.WrappedStatement.executeQuery(WrappedStatement.java:397)
    at org.apache.jsp.dstest_jsp._jspService(dstest_jsp.java:128)
```

06

Apache Tomcat 모니터링

- 주요 모니터링 항목
- 관리자 콘솔 모니터링
- Jvisualvm 모니터링
- Jolokia + Hawtio 모니터링
- APM application 모니터링



주요 모니터링 항목

Tomcat 주요 모니터링 항목

- JMX 를 기반으로 한 모니터링 제공
- ✓ 모니터링 Metric

항목	설명	내용
Thread Metric	maxThreads	최대 사용 가능한 Thread 수
	activeCount	요청 처리중인 Thread 수
	poolSize	요청 대기중인 Thread 수
	largestpoolSize	최대로 사용한 Thread 수의 history
Datasource Metric	maxTotal	최대 사용가능한 Connection Pool 수
	numActive	요청 처리중인 Connection Pool 수
	numIdle	요청 대기중인 Connection Pool 수
Session Metric	activeSessions	어플리케이션에서 사용중인 http session 수
	maxActive	최대로 사용한 http session 소의 history

Apache Tomcat 모니터링

관리자 콘솔 모니터링

Tomcat 에서 제공하는 기본관리자 콘솔

- ✓ Web 서버를 통한 Connection 또는 WAS 로 직접 요청되는 Connection 을 모니터링.
- ✓ <http://192.168.56.101:8080/manager/status>

The screenshot shows the Apache Tomcat Manager web interface. The browser address bar shows `/manager` and the URL `192.168.56.101:8080/manager/status`. The page displays the status of three connectors: **ajp-nio-8009**, **http-nio-8080**, and **http-nio-9990**. Each connector has a table showing various metrics and a legend at the bottom.

ajp-nio-8009

최대 스레드 개수: -1 현재 스레드 개수: 25 현재 사용중인 스레드들: 1 Keep alive 소켓 개수: 0
 최대 처리 시간: 188 ms 처리 시간: 0.2 s 요청 회수: 5 오류 개수: 0 수신된 바이트 크기: 0.00 MB 전송된 바이트 크기: 0.00 MB

단계	시간	전송된 바이트 크기	받은 바이트 크기	클라이언트 (Forwarded)	클라이언트 (실제)	가상호스트	요청
R	?	?	?	?	?	?	

P: 요청을 파싱 또는 준비, S: 서비스, F: 완료 R: 준비 K: Keepalive

http-nio-8080

최대 스레드 개수: -1 현재 스레드 개수: 25 현재 사용중인 스레드들: 1 Keep alive 소켓 개수: 1
 최대 처리 시간: 127 ms 처리 시간: 0.266 s 요청 회수: 9 오류 개수: 0 수신된 바이트 크기: 0.00 MB 전송된 바이트 크기: 0.05 MB

단계	시간	전송된 바이트 크기	받은 바이트 크기	클라이언트 (Forwarded)	클라이언트 (실제)	가상호스트	요청
R	?	?	?	?	?	?	
S	7 ms	0 KB	0 KB	192.168.56.1	192.168.56.1	192.168.56.101	GET /manager/status HTTP/1.1

P: 요청을 파싱 또는 준비, S: 서비스, F: 완료 R: 준비 K: Keepalive

http-nio-9990

최대 스레드 개수: 200 현재 스레드 개수: 10 현재 사용중인 스레드들: 0 Keep alive 소켓 개수: 0
 최대 처리 시간: 0 ms 처리 시간: 0.0 s 요청 회수: 0 오류 개수: 0 수신된 바이트 크기: 0.00 MB 전송된 바이트 크기: 0.00 MB

단계	시간	전송된 바이트 크기	받은 바이트 크기	클라이언트 (Forwarded)	클라이언트 (실제)	가상호스트	요청
P							

P: 요청을 파싱 또는 준비, S: 서비스, F: 완료 R: 준비 K: Keepalive

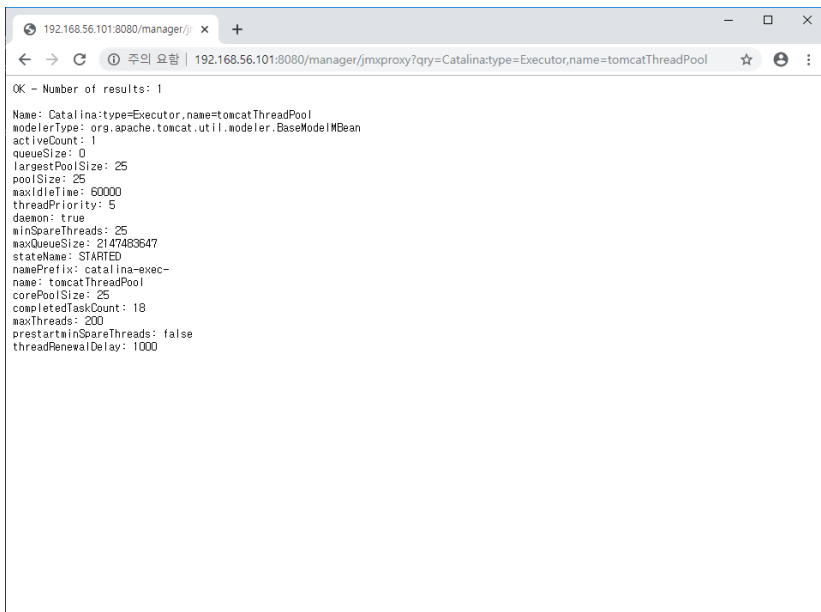
Copyright © 1999-2019, Apache Software Foundation

Apache Tomcat 모니터링

관리자 콘솔 모니터링

Thread 모니터링

- ✓ jmxproxy 를 통한 jmx 레벨의 모니터링
- ✓ <http://192.168.56.101:8080/manager/jmxproxy?qry=Catalina:type=Executor,name=tomcatThreadPool>
- ✓ <https://tomcat.apache.org/tomcat-9.0-doc/manager-howto.html>



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying the URL `192.168.56.101:8080/manager/jmxproxy?qry=Catalina:type=Executor,name=tomcatThreadPool`. The page content shows the output of a JMX query for the `tomcatThreadPool` executor. The output is as follows:

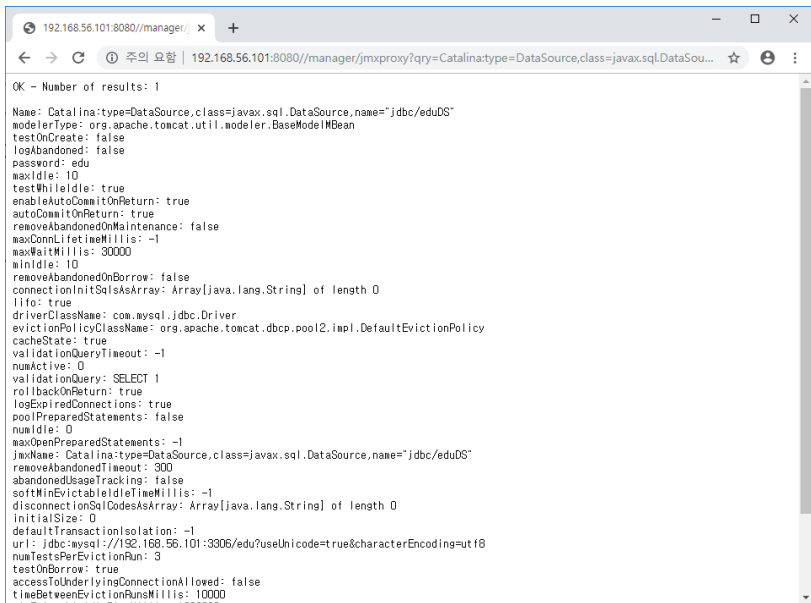
```
OK - Number of results: 1
Name: Catalina:type=Executor,name=tomcatThreadPool
modelerType: org.apache.tomcat.util.modeler.BaseModelBean
activeCount: 1
queueSize: 0
largestPoolSize: 25
poolSize: 25
maxIdleTime: 60000
threadPriority: 5
daemon: true
minSpareThreads: 25
maxQueueSize: 2147483647
stateName: STARTED
namePrefix: catalina-exec-
name: tomcatThreadPool
corePoolSize: 25
completedTaskCount: 18
maxThreads: 200
prestartminSpareThreads: false
threadRenewalDelay: 1000
```

Apache Tomcat 모니터링

관리자 콘솔 모니터링

Datasource 모니터링

- ✓ jmxproxy 를 통한 jmx 레벨의 모니터링
- ✓ <http://192.168.56.101:8080/manager/jmxproxy?qry=Catalina:type=DataSource,class=javax.sql.DataSource,name=%22jdbc/eduDS%22>
- ✓ <https://tomcat.apache.org/tomcat-9.0-doc/manager-howto.html>



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying `192.168.56.101:8080/manager/`. The page content shows the result of a JMX query for a DataSource. The output is as follows:

```
OK - Number of results: 1

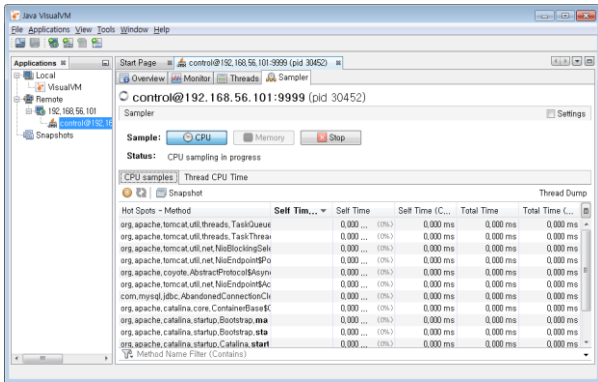
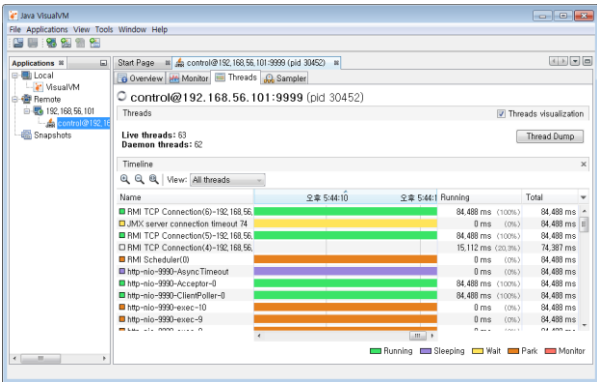
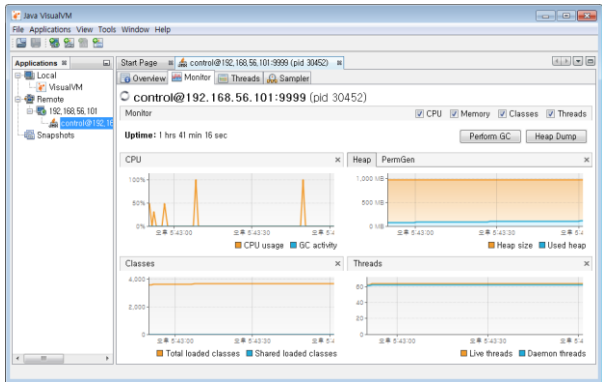
Name: Catalina:type=DataSource,class=javax.sql.DataSource,name="jdbc/eduDS"
modelerType: org.apache.tomcat.util.modeler.BaseModelBean
testOnCreate: false
logAbandoned: false
password: edu
maxIdle: 10
testWhileIdle: true
enableAutoCommitOnReturn: true
autoCommitOnReturn: true
removeAbandonedOnMaintenance: false
maxConnLifetimeMillis: -1
maxWaitMillis: 30000
minIdle: 10
removeAbandonedOnBorrow: false
connectionInitSqlsAsArray: Array[Ljava.lang.String;] of length 0
lifo: true
driverClassName: com.mysql.jdbc.Driver
evictionPolicyClassName: org.apache.tomcat.dbcp.pool2.impl.DefaultEvictionPolicy
cacheState: true
validationQueryTimeout: -1
numActive: 0
validationQuery: SELECT 1
rollbackOnReturn: true
logExpiredConnections: true
poolPreparedStatements: false
numIdle: 0
maxOpenPreparedStatements: -1
jmxName: Catalina:type=DataSource,class=javax.sql.DataSource,name="jdbc/eduDS"
removeAbandonedTimeout: 300
abandonedUsageTracking: false
softMinEvictableIdleTimeMillis: -1
disconnectSqlCodesAsArray: Array[Ljava.lang.String;] of length 0
initialSize: 0
defaultTransactionIsolation: -1
url: jdbc:mysql://192.168.56.101:3306/edu?useUnicode=true&characterEncoding=utf8
numTestsPerEvictionRun: 3
testOnBorrow: true
accessToUnderlyingConnectionAllowed: false
timeBetweenEvictionRunsMillis: 10000
```

Apache Tomcat 모니터링

jvisualvm 모니터링

Java 기본 유틸리티로 다양한 모니터링이 가능.

- ✓ 리소스 모니터링
- ✓ Thread 모니터링
- ✓ Thread Dump
- ✓ Heap Dump



Apache Tomcat 모니터링

jmxsh 모니터링

jmx 에 cli 로 접속이 가능하게 해주는 오픈소스 Library

```
]$ ./jmxsh -h localhost -p 9999 -U control -p tomcat1234
```

```
jmxsh v1.0, Wed Jan 23 01:23:12 KST 2008
```

```
Type 'help' for help. Give the option '-?' to any command  
for usage help.
```

```
Starting up in shell mode.
```

```
%
```

```
Entering browse mode.
```

```
=====
```

```
Available Domains:
```

1. Users
2. JMImplementation
3. jmx4perl
4. com.sun.management
5. Catalina
6. java.nio
7. java.lang
8. jolokia
9. java.util.logging

```
SERVER: service:jmx:rmi:///jndi/rmi://192.168.56.101:9999/jmxrmi
```

```
=====
```

```
Select a domain:
```

Apache Tomcat 모니터링

jolokia 을 이용한 모니터링

Jolokia(jolokia.org) + hawtio(hawt.io) 모니터링

- ✓ HTTP 프로토콜을 이용하여 jmx 조회 결과를 json 형식으로 변환해주는 JMX-HTTP Connector
- ✓ Tomcat JMX 정보를 브라우저로 확인.
- ✓ Hawtio 와 연결하여 Chart 모니터링.
- ✓ `http://192.168.56.101:8080/jolokia/read/Catalina:type=Executor,name=tomcatThreadPool/maxThreads,activeCount,poolSize,largestPoolSize?ignoreErrors=true`

```
{"timestamp":1498116486,"status":200,"request":  
{"mbean":"Catalina:class=javax.sql.DataSource,name=\jdbc\sample\",type=DataSource\", \"attribute\":  
[\"maxTotal\", \"numActive\", \"numIdle\"], \"type\":\"read\"}, \"value\":{\"maxTotal\":10, \"numActive\":0, \"numIdle\":10}}
```

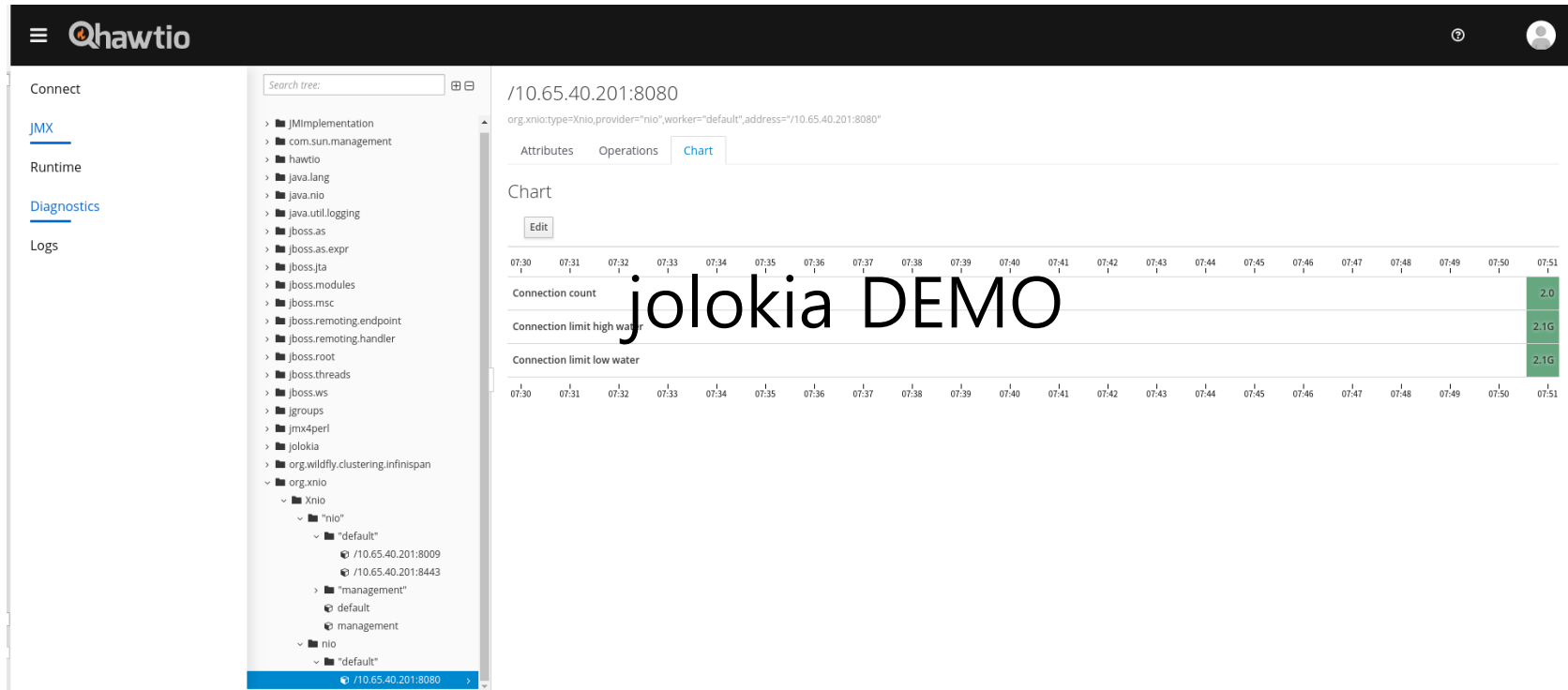
- ✓ `http://192.168.56.101:8080/jolokia/read/Catalina:type=DataSource,class=javax.sql.DataSource,name=\"jdbc!/sample\"/maxTotal,numActive,numIdle?ignoreErrors=true`

```
{"timestamp":1498116486,\"status\":200,\"request\":  
{"mbean\":\"Catalina:class=javax.sql.DataSource,name=\"jdbc\sample\",type=DataSource\", \"attribute\":  
[\"maxTotal\", \"numActive\", \"numIdle\"], \"type\":\"read\"}, \"value\":{\"maxTotal\":10, \"numActive\":0, \"numIdle\":10}}
```

Apache Tomcat 모니터링

jolokia 을 이용한 모니터링

Jolokia(jolokia.org) + hawtio(hawt.io) 모니터링

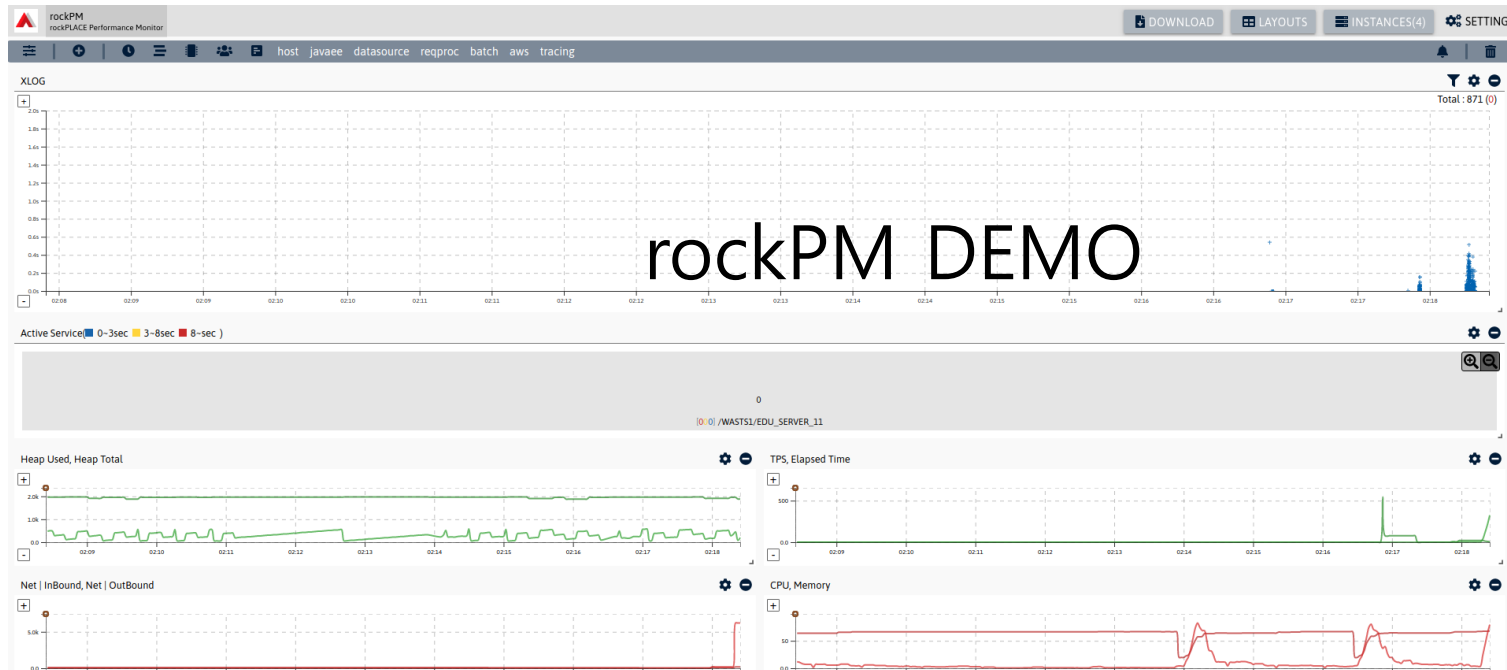


Apache Tomcat 모니터링

APM 을 이용한 모니터링

rockPM

- ✓ 오픈 소스 APM인 Scouter Web API(v. 1.8.4.1 이상)를 활용
- ✓ Scouter의 성능 데이터를 웹을 통해 최적화된 형태로 모니터링 하기 위한 대시보드 소프트웨어





Thank you

Q&A