Java 애플리케이션 트러블 슈팅 사례 & Pinpoint

2015-05-22

정상혁

발표자 소개

- 소속 : 네이버 > 네이버랩스 > 웹플랫폼개발랩
- 업무 : Java 기술지원, 신규 프로젝트 개발, 교육
- http://helloworld.naver.com 에 가끔 글 올라감

트러블 슈팅 지원의 패턴

트러블 슈팅을 위한 정보 파악 단계

- A단계 : 사용자 현상 파악
  - 503/500 에러
  - 무응답/느린 응답
  - 예상과는 다른 어플리케이션 동작 (예: 간헐적 인증 실패)

트러블 슈팅을 위한 정보 파악 단계

- B단계 : 서버 상태 파악
  - 어플리케이션 서버
    - 메모리 사용률 (Swap 사용여부)
    - CPU 사용률
    - Disk 용량, I/O
  - 연계서버 상태 (Database 서버 등)

트러블 슈팅을 위한 정보 파악 단계

- C단계: 어플리케이션의 정보 파악
  - 어플리케이션 로그
    - OOM 등 전형적인 Fatal 에러 발생여부
    - 자주 발생하는 에러 스택
  - WAS의 주요 설정
  - 소스
  - 스택덤프
  - GC로그
  - 힙덤프
  - 실행경로 프로파일링

정보파악 단계를 다시 정리하면

- A단계 : 사용자 현상 파악
- B단계 : 서버 상태 파악
- C단계 : 어플리케이션의 정보 파악
- 뒷 단계로 갈수록 취득 비용이 비쌈.

트러블 슈팅 요청자의 대부분은

- A,B단계의 정보는 쉽게 공유함
- C단계 중 쉽게 취득할 수 있는 것부터 공유하면서 자문을 요청

트러블 슈팅 요청자의 대부분은

- C단계 (어플리케이션의 정보)는
  - 종합적으로 연결해서 봐야 함
  - 취득, 분석 비용이 비쌈
  - 힙덤프
    - 서비스 운영 중에는 덤프를 뜰 수 없다.
    - 덤프 파일의 용량이 커서 파일을 주고 받기도 어렵다
  - 프로파일링
    - 운영 중에 할 수는 없다.

지원 요청의 많은 경우 공통점은

- 개발환경에서는 괜찮았어요
- 운영환경에서도 평소에는 괜찮았어요
  - 불규칙적으로 발생해요 또는
  - 부하가 몰리면 이상해져요

즉, 트러블 슈팅 지원 요청은

- 이럴 경우 많이 온다
  - 운영 환경에서 드물게 발생하는 문제에 대해서
  - 어플리케이션 정보를 더 깊이 분석하고자 하는 단계에서

지원요청의 등급

최악의 지원 요청은?

- '에러가 나요, 도와주세요!'만 이야기하고 자세한 정보를 알려주지 않음
  - 회사에서는 그런 분이 없다.
  - 인터넷 게시판에 보면 종종 보인다.

지원요청의 등급

최악은 아니지만…

- A,B,C 단계의 상세한 정보 없이 해야할 일을 정해서 요청
  - GC 튜닝해주세요

지원요청의 등급

수준 높은 지원 요청은

- 추론 과정과 증거까지 공유
- 스스로 생각하는 해결방식이 있지만, 더 나은 방식을 찾는 문의
  - 해결방식에 대한 부작용 여부 확인
  - 다른 부서의 유사 사례 문의

지원요청의 등급

최고의 지원 요청은?

- 지원 요청을 하지 않는 것
- 알아서 해결하고 과정과 배경 정보까지 다 정리해서 다른 부서에도 공유해달라고 알려주는 것

문의가 오면 주로 추가로 확인을 하는 것들

현상의 일관성 확인

- 재현 조건
- 사용자에게 항상/간헐적으로 나타나는지
- 일부/전체 서버에 나타나는지
  - 전체 서버는 공통 자원과 설정을, 일부 서버면 Thread 안정성 문제를 먼저 의심

정보 중 누락된 것이 있으면 추가 요청

- 주로 C단계의 정보를 취득 비용이 싼 것부터 점진적으로 요청
  - 현재 사용 중인 JVM 옵션을 알려주세요
  - 스택덤프를 3~5초 간격으로 3~5개 정도 떠서 보내주세요
  - 소스 저장소 권한 주세요
  - GC 로그 확보해 주세요

문제상황에서 분석을 도와주는 옵션 추천

- 자세한 GC log를 위한 옵션의 예

```
-verbose:gc
-XX:+PrintGCDetails -XX:+PrintGCTimeStamps
-Xloggc:../logs/gc-was1.log
-XX:+UseGCLogFileRotation
-XX:NumberOfGCLogFiles=5
-XX:GCLogFileSize=256M
```

- Java6 update 24, Java7 update 2부터는 gc log rotate를 지원

문제상황에서 분석을 도와주는 옵션 추천

- OOM시 힙덤프 옵션의 예

```
-XX:+HeapDumpOnOutOfMemoryError
-XX:HeapDumpPath=../logs/heap-was1.log
```

- gcore 덤프도 함께

```
-XX:OnError="gcore%p"
```

- sar 로 시스템 상황을 남기기도 함.

```
-XX:OnOutOfMemoryError="/usr/bin/sar -A > ../logs/sar.log"
-XX:OnError="/usr/bin/sar -A > ../logs/sar.log"
```

자주 만나는 해결 방식

해결유형1: 인프라 요소 설정 변경

- 어플리케이션의 로직과는 상관없이 공통적인 설정을 변경해서 해결하는 경우
- 현상의 사례
  - A. 사용자가 몰릴 시 간헐적 느린 응답, 500, 503에러
  - B. Swapping 영역 사용.
  - C. 잦은 GC, OOM, Connection pool의 getConnection()에서 대기
- Database 등 공용 외부 자원에서 병목이 있을 때 부적절한 설정 때문에 상태를 악화시키거나 방어하지 못하는 경우가 많음.
- 모든 서버에서 같은 현상이 발생하기 쉬움.

자주 만나는 해결 방식

해결유형1: 인프라 요소 설정 변경

- 주로 건드리는 핵심 설정
  - ConnectionPool
    - DBCP : maxActive (maxTotal), maxWait (maxWaitMillis), validation query
  - JDBC : Socket timeout 등
  - Web Server
    - Apache Httpd : maxClients
  - Web Application Server
    - Tomcat: maxThreads, AJP connector의 backlog 값
  - JVM : GC option

자주 만나는 해결 방식

해결유형1: 인프라 요소 설정 변경

- 적절한 값을 설정하는데 도움이 되는 자료
  - Apache MaxClients와 Tomcat의 Full GC : http://helloworld.naver.com/helloworld/textyle/132178
  - JDBC 타임아웃 이해하기 : http://helloworld.naver.com/helloworld/textyle/1321
  - Tech@Naver 10번째책 - Commons DBCP 이해하기
  - Garbage Collection 튜닝 : http://helloworld.naver.com/helloworld/37111

자주 만나는 해결 방식

해결유형2: 메모리릭 경로 제거

- 현상의 사례
  - C. 서버 올린 지 오래되면 잦은 GC. OOM
- 주로 Cache 로직에서 발생
  - 해당 서비스팀에서 직접 만든 캐쉬 로직이 있는가?
  - 캐쉬 용량의 한도값이 적절한가?
  - 모든 서버에 같은 현상이 궁극적으로는 생김.
- Thread 불안정성에 의한 메모리릭
  - 일부 서버에만 OOM 발생

자주 만나는 해결 방식

해결유형3: 무한 루프 경로 제거

- 현상의 사례
  - B. 100%에 가까운 CPU 사용. 특정 서버에서만 발생하는 경우가 많음.
  - C. 스택덤프를 뒤져보면 계속 실행 중인 스레드가 있음. 모든 CPU가 100%가 걸리면 덤프조차 못 뜰 수 있음.
- 특정 조건이 들어왔을 때 혹은 Thread 불안정성 때문에 생기는 무한루프가 많음.
  - 무조건 무한루프였으면 개발할 때 모를 리가 없음.
- 잘못된 정규식에서 발생한 사례도 있음

트러블 슈팅 사례

사례 1 : CMS GC에서 긴 Stop the world

최초 공유된 정보

- C. 어플리케이션의 정보
  - 수십기가의 힙 사용
  - Stop the world가 길게 발생

사례 1 : CMS GC에서 긴 Stop the world

분석

- HPjmeter 로 GC log를 시각화해서 확인
- CMS GC가 길어지는 대부분의 원인인 promotion fail (concurrent mode fail)의 경우였음.
  - old 영역의 파편화로 큰 객체가 들어갈 공간이 없어질 때 compaction 수행

사례 1 : CMS GC에서 긴 Stop the world

참고 : Promotion fail GC 로그의 예

```
2185 GC locker: Trying a full collection because scavenge failed
2186 251.229: [Full GC 251.229: [CMS251.495: [CMS-concurrent-...
2187   (concurrent mode failure): 3976820K->354739K(4135360K), ...
```

사례 1 : CMS GC에서 긴 Stop the world

해결

- CMS GC 수행 시점을 앞당김

```
-XX:CMSInitiatingOccupancyFraction=70 -XX:+UseCMSInitiatingOccupancyOnly
```

- CMSInitiatingOccupancyFraction의 값을 70으로 주면 70%정도 old gen이 찼을 경우 cms gc를 시작. 더 많은 가용공간이 확보된 상황에서 gc를 하기 때문에 promotion fail이 발생할 확률을 줄여줌

사례 1 : CMS GC에서 긴 Stop the world

사례의 의의

- JVM 옵션 변경만으로 문제를 해결한 사례
- 설정변경(해결유형1)의 FAQ 중 하나

사례 2: 서버가 뜨자마자 Full GC가 자주 발생

최초 공유된 정보

- B. 서버 상태
  - DB서버의 IO 트래픽이 높음
- C. 어플리케이션 정보
  - 웹서버를 시작하면 Full GC가 매우 빈번하게 발생함 (약 5초에 1~2번)
  - Full GC가 발생할 때 힙덤프를 떠서 확인을 해보니 엄청난 양의 com.mysql.jdbc.ByteArrayRow 객체가 생성
  - 소스에는 많은 건수를 조회하는 SQL이 없음
  - 같은 소스로 개발서버에서는 문제가 없었음.
  - 프레임워크 문제인가 싶어서 변경도 해봤음.

사례 2: 서버가 뜨자마자 Full GC가 자주 발생

분석

- 힙덤프를 분석해서 대량의 ResultSet을 가지고 오는 형상으로 파악
- 소스 분석 결과 DBCP 설정의 validationQuery가 데이터가 존재하는 테이블을 조회하고 있었음

```
SELECT 0 FROM USERS
```

사례 2: 서버가 뜨자마자 Full GC가 자주 발생

해결

- validationQuery 속성 수정

사례 2: 서버가 뜨자마자 Full GC가 자주 발생

참고

- 권장하는 validationQuery 설정
  - Oracle : SELECT 1 FROM dual
  - MS SQLSERVER : SELECT 1
  - MySQL : SELECT 1
  - Cubrid : SELECT 1 FROM db_root
- DBCP 2.0에서는 validationQuery 속성이 없으면 Connection.isValid() 를 호출해서 유효성 검사
  - 구현은 JDBC 드라이버마다 다를 것임.

사례 2: 서버가 뜨자마자 Full GC가 자주 발생

사례의 의의

- 담당자가 많은 고생을 했으나 알고 보니 허무했던 사례
- 결국은 설정변경 사례

사례 3 : GC를 수행 중 응답시간이 늘어남

최초 공유된 정보

- A. 사용자의 현상
  - 특정 시간대에 갑자기 응답시간이 늘어남
  - 긴 추석연휴의 마지막에 발생
- C. 어플리케이션의 정보
  - EhCache를 최대 6G까지 쓸 수 있도록 설정해서 메모리를 10G 정도로 많이 잡고 있음.
  - 문제의 시간대에 GC하고 있음.
  - 힙이 커서 GC시간이 길어지고 있는 것으로 추정
    - newRatio 등의 값을 튜닝 중

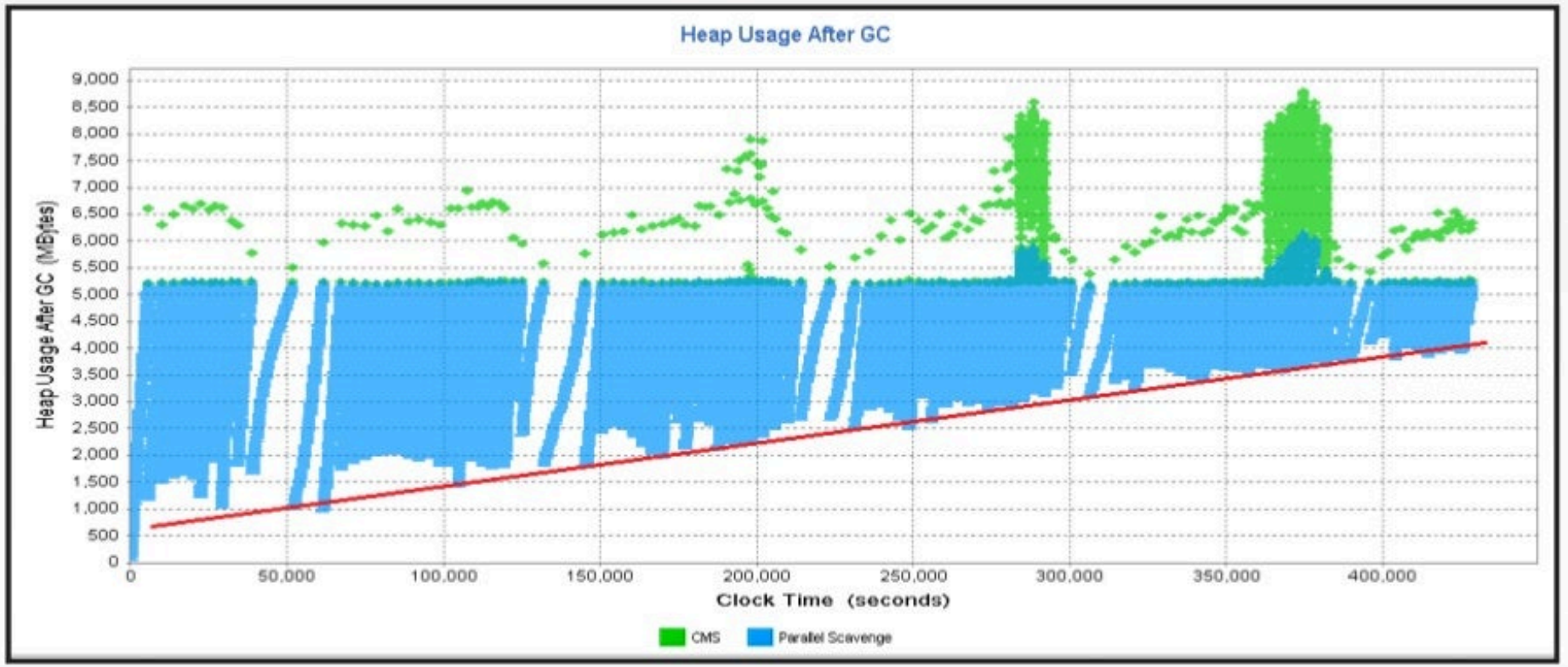
사례 3 : GC를 수행 중 응답시간이 늘어남

분석

- 처음에는 jstat -gcutil로 얻은 정보를 전달받음
  - 평균 GC 수행시간만 있음
- 개별 GC의 정보 파악이 필요해서 verbose GC 로그 요청
- GC로그 분석결과 점진적으로 사용메모리가 증가하는 그래프 파악
  - 개발 담당자는 EhCache 적용의 영향으로 판단했을 수도 있음

사례 3 : GC를 수행 중 응답시간이 늘어남

분석



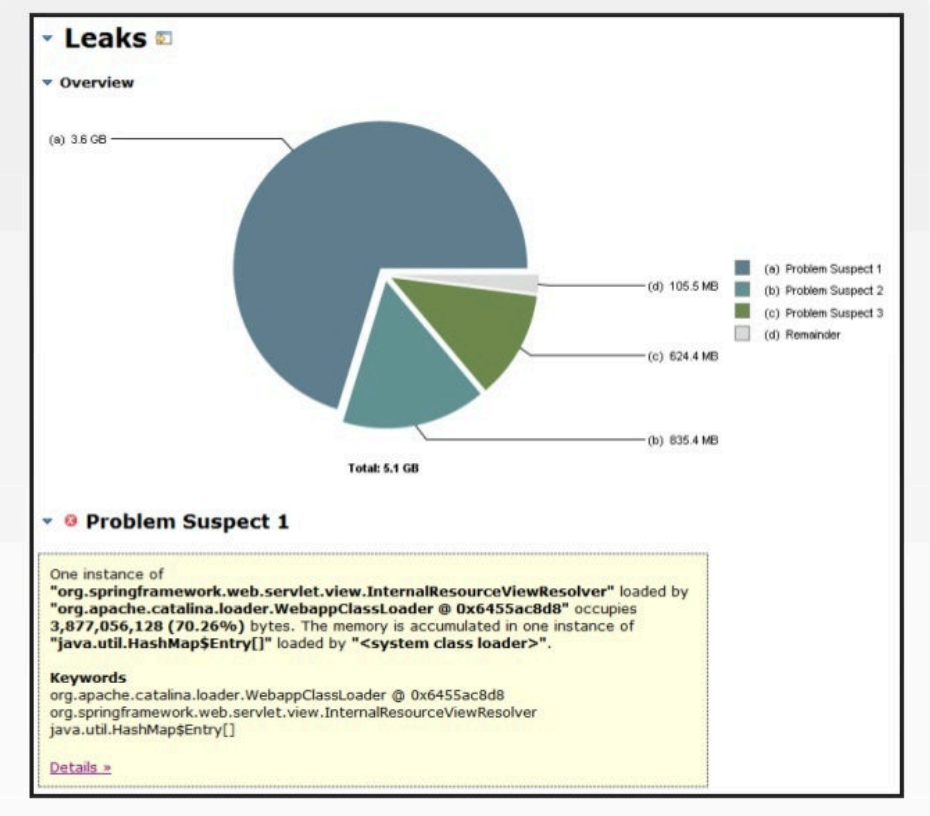
사례 3 : GC를 수행 중 응답시간이 늘어남

분석

- 힙덤프 요청
  - 힙덤프에서 메모리의 대다수를 점유하고 있는 객체 발견

사례 3 : GC를 수행 중 응답시간이 늘어남

분석



사례 3 : GC를 수행 중 응답시간이 늘어남

분석

- 원인
  - Spring 프레임워크 내부의 객체 Cache로직에서 메모리릭 발생
    - Spring 3.1.4와 3.2.GA버전에서 방어코드가 들어갔으나 해당 어플리케이션은 이전 버전 사용
  - Controller 메서드에서 "redirect:" + 데이터의 ID 형식의 viewName을 반환하는 경우 발생

```
return "redirect:form.html?entityId=" + entityId;
```

사례 3 : GC를 수행 중 응답시간이 늘어남

해결

- 어플리케이션 코드 수정
  - 스프링 프레임워크의 버전을 올리지 않고 가능한 방법

```
return new RedirectView("form.html?entityId="+entityId);
```

- http://www.slideshare.net/benelog/ss-35627826 의 11 페이지 참고
  - 그외의 방법과 에러에 대한 자세한 분석

사례 3 : GC를 수행 중 응답시간이 늘어남

사례의 의의

- JVM 설정의 문제로 추측했으나 결국은 메모리릭의 문제
- 메모리릭은 OOM까지 이르기 전에 다른 이상 현상을 보이기도 한다.

사례 4 : 가끔씩 발생하는 OOM

현상

- 몇 달에 걸쳐 서비스 담당부서의 노력으로 원인을 찾아낸 사례
- A. 사용자 현상
  - 간헐적인 503에러
- C. 어플리케이션 상태
  - 장비 1대에서 OOM 에러
- 힙을 늘려주고 몇 달 동안 발생을 안 했으나 가끔씩 또 발생

사례 4 : 가끔씩 발생하는 OOM

분석

- 힙덤프 분석결과 LinkedHashMap 관련 객체가 대다수 힙을 차지
- 자체 cache 모듈의 thread-safety 문제로 발생한 메모리릭
  - LinkedHashMap.put은 synchronized 블록 안에서 호출하고 get은 그렇게 하지 않았을 때

사례 4 : 가끔씩 발생하는 OOM

해결

- LinkedHashMap.get에도 동기화 처리
  - JDK5였으면 ConcurrentHashMap 등을 고려할 수도 있었을 듯
- '네이버를 만든 기술 읽으면서 배운다- 자바편’의 '하나의 메모리누수를 잡기까지' 참조

사례 4 : 가끔씩 발생하는 OOM

사례의 의의

- 메모리릭 문제이나 Thread safety가 원인이라 분석이 쉽지 않았음.
- 자체 구현한 cache 로직, DataSource 구현체는 늘 주의의 대상

사례 4 : 가끔씩 발생하는 OOM

참고

- HashMap에 대한 Thread safety 문제는 무한루프로 나타나기도 함
  - Beautiful race condition : http://mailinator.blogspot.kr/2009/06/beautiful-race-condition.html
  - private Map으로 전체 소스 검색해 볼 만함
- XStream 라이브러리 사례의 무한루프 사례 http://jira.codehaus.org/browse/XSTR-584
  - WeakHashMap을 Thread safe하지 않게 접근한 버그
  - 몇 년 동안 같은 버전으로 잘 쓰다가 고사양 장비(네할렘)으로 옮기니 장애 발생
- 같은 Thread-safety 문제라도 메모리릭으로 나타나면 해결이 더 괴로움

교훈

- 요청하는 사람의 말을 100% 믿지는 말아야겠다.
  - 정보를 종합해서 파악하지 못 해서 오판한 경우도 있다
    - 예) 'GC 튜닝해주세요’라고 온 요청을 보면 메모리릭
      - 분석 후 메모리 릭이라고 알려줬는데도 다른 사람에게 GC튜닝을 요청한 사례도…
    - 예) java 레벨의 성능 튜닝을 해주세요 해서 들여다 봤더니 느린 쿼리가 문제

교훈

- 복합적인 원인도 많다
  - 단순히 증상만으로 판단할 수 없다. 여러 정보를 복합적으로 봐야 한다.
  - 같은 결함이 다른 요인과 얽히면 현상이 다르게 나타난다.
    - 예1) DB병목 -> 요청 적체 -> 503 에러
    - 예2) DB병목 + 과도한 동시사용자 허용(maxActive, maxThread) + 적은 힙 메모리 -> 메모리 과다 점유 -> OOM
  - 어플리케이션의 코드 + 라이브러리의 코드
    - 양쪽을 다 확인해야 문제 파악이 가능하다.
    - 한 사람이 둘 다 알지 못한다면 긴밀한 협업이 필요하다.

교훈

- 같은 현상이라도 근본원인이 다른 경우도 있다.
  - 예) 메모리릭 -> 점진적 메모리 사용 증가 -> Stop the world가 길어짐
- 수집 비용이 싼 정보로 원인을 밝혀낼 수 있다면 해결이 더 빠르다.
  - 싼 비용으로 수집할 수 있는 정보는 개발담당자가 먼저 확인을 잘 해본다.
    - WAS와 DB의 자원 모니터링, 어플리케이션 로그, 소스, 스택덤프
  - 힙덤프까지 가면 취득/분석비용이 비싸다.

추천하는 도구

쓰레드 덤프 분석

- TDA
  - https://java.net/projects/tda
- Thread Logic
  - https://java.net/projects/threadlogic
  - TDA + Alpha : 툴이 분석한 병목 등을 제시해 줌

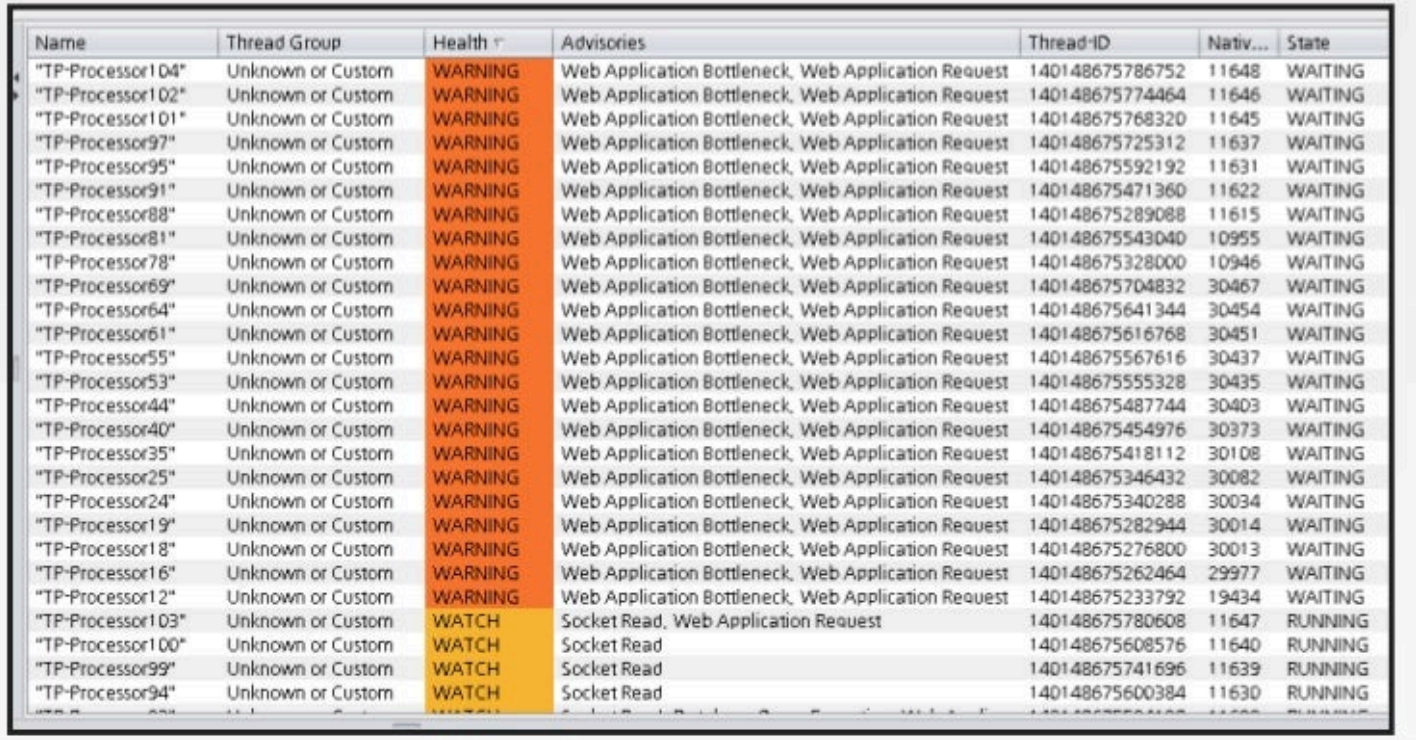
쓰레드 덤프 분석

Threadlogic은 DB쿼리를 실행하는 스레드를 알아보기 쉽게 표시해 줌

Name	Thread Group	Health	Advisories	Thread-ID	Native-ID	State
"TP-Processor87"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Web Application Request	139851785840640	16337	RUNNING
"TP-Processor86"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Web Application Request	139851785951232	16335	RUNNING
"TP-Processor85"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Web Application Request	139851785959424	16334	RUNNING
"TP-Processor79"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Web Application Request	139851785873408	16320	RUNNING
"TP-Processor76"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Web Application Request	139851785930752	16313	RUNNING
"TP-Processor69"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Web Application Request	139851786016768	15585	RUNNING
"TP-Processor64"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Web Application Request	139851785984000	15571	RUNNING
"TP-Processor51"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Web Application Request	139851785885696	15545	RUNNING
"TP-Processor12"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Web Application Request	139851785619456	13690	RUNNING
"TP-Processor8"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Web Application Request	139851785580544	13686	RUNNING
"TP-Processor7"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Web Application Request	139851785574400	13685	RUNNING
"TP-Processor88"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Database Query Execution, Web Application Request	139851786076160	16338	RUNNING
"TP-Processor81"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Database Query Execution, Web Application Request	139851786029056	16326	RUNNING
"TP-Processor74"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Database Query Execution, Web Application Request	139851785607168	16311	RUNNING
"TP-Processor65"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Database Query Execution, Web Application Request	139851785992192	15577	RUNNING
"TP-Processor44"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Database Query Execution, Web Application Request	139851785832448	15513	RUNNING
"TP-Processor32"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Database Query Execution, Web Application Request	139851785752576	15451	RUNNING
"TP-Processor22"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Database Query Execution, Web Application Request	139851785684992	13755	RUNNING
"TP-Processor21"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Database Query Execution, Web Application Request	139851785678848	13754	RUNNING
"TP-Processor5"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Database Query Execution, Web Application Request	139851785596928	13683	RUNNING
"TP-Processor92"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read	139851786088448	16346	RUNNING
"TP-Processor77"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read	139851785791488	16318	RUNNING
"TP-Processor55"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read	139851785914368	15553	RUNNING
"TP-Processor42"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read	139851785820160	15511	RUNNING
"TP-Processor30"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read	139851785740288	15449	RUNNING
"TP-Processor4"	Unknown or Custom	IGNORE	Socket Listener	139852668100608	13604	RUNNING
"http-9000-Acceptor-0"	Unknown or Custom	IGNORE	Socket Listener	139852659531776	13600	RUNNING

쓰레드 덤프 분석

Threadlogic은 Bottleneck 의심 스레드를 추천해주기도 함



Name	Thread Group	Health	Advisories	Thread ID	Nativ...	State
"TP-Processor104"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675786752	11648	WAITING
"TP-Processor102"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675774464	11646	WAITING
"TP-Processor101"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675768320	11645	WAITING
"TP-Processor97"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675725312	11637	WAITING
"TP-Processor95"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675592192	11631	WAITING
"TP-Processor91"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675471360	11622	WAITING
"TP-Processor88"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675289088	11615	WAITING
"TP-Processor81"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675543040	10955	WAITING
"TP-Processor78"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675328000	10946	WAITING
"TP-Processor69"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675704832	30467	WAITING
"TP-Processor64"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675641344	30454	WAITING
"TP-Processor61"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675616768	30451	WAITING
"TP-Processor55"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675567616	30437	WAITING
"TP-Processor53"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675555328	30435	WAITING
"TP-Processor44"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675487744	30403	WAITING
"TP-Processor40"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675454976	30373	WAITING
"TP-Processor35"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675418112	30108	WAITING
"TP-Processor25"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675346432	30082	WAITING
"TP-Processor24"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675340288	30034	WAITING
"TP-Processor19"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675282944	30014	WAITING
"TP-Processor18"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675276800	30013	WAITING
"TP-Processor16"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675262464	29977	WAITING
"TP-Processor12"	Unknown or Custom	WARNING	Web Application Bottleneck, Web Application Request	140148675233792	19434	WAITING
"TP-Processor103"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read, Web Application Request	140148675780608	11647	RUNNING
"TP-Processor100"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read	140148675608576	11640	RUNNING
"TP-Processor99"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read	140148675741696	11639	RUNNING
"TP-Processor94"	Unknown or Custom	WATCH	Socket Read	140148675600384	11630	RUNNING

쓰레드 덤프 분석

TIP

- 덤프 뜰 때 kill -3 하려다 kill -9 실수 하지 말길…
  - jstack 활용
  - 진짜 죽이고 싶을 때는 kill -kill 습관을…

힙덤프

- MAT (Eclipse Memory Analyzer)
  - https://eclipse.org/mat/
- IBM Heap analyzer
  - ftp://public.dhe.ibm.com/software/websphere/appserv/support/tools/HeapAnalyzer/

힙덤프

TIP : 대용량 힙덤프 분석

- MAT에서 MemoryAnalyzer.ini 파일의 옵션 수정 필요

```
-vmargs
-Xmx8g
```

덤프 파일의 전송

- 다운로드
  - python이 깔려있는 서버라면

```
python -m SimpleHTTPServer
```

- 업로드
  - one-ftp-server : https://github.com/benelog/one-ftpserver

```
java -jar one-ftpserver.jar port=10021 id=benelog password=...
```

- 명령어 1줄로 port, id, password를 지정해서 띄울 수 있는 ftp 서버

GC로그 분석

- HPjmeter
  - https://h20392.www2.hp.com/portal/swdepot/displayProductInfo.do?productNumber=HPJMETER

프로파일러

- Yourkit
  - https://www.yourkit.com/
- JProbe
  - http://marketplace.eclipse.org/content/jprobe

실행 탐지

- Btrace
  - https://kenai.com/projects/btrace
  - 특정 메서드 호출 추적
  - JVM 옵션 변경 없이도 붙일 수 있다.

실행 탐지

DAO 레이어의 호출횟수, 실행시간 측정 스크립트

```
@OnMethod(clazz = "/com\\.naver\\.good\\.service\\.work\\..*DAO/",
        method = "/.*/",
        location = @Location(Kind.RETURN))
public static void dao(@Duration long duration, @ProbeClassName String className,
                @ProbeMethodName String probeMethod) {
    String callName = concat(concat(className , "."), probeMethod);
    AggregationKey aggregationKey = Aggregations.newAggregationKey(callName);
    Aggregations.addToAggregation(daoDuration, aggregationKey, duration);
    Aggregations.addToAggregation(daoCount, aggregationKey, 1);
}
```

한계

- 덤프, 프로파일링
  - 상시적으로 할 수는 없다.
- Btrace
  - 목적이 명확할 때만 쓸 만하다.
    - 예) 프레임워크에서 로깅해주지 않는 파라미터 값을 운영서버에서 추적
    - 예) 특정 레이어의 실행시간 비중 파악
      - 스크립트 작성이 번거롭다

한계

- 도구는 도구일 뿐이다.
  - 도구 사용법이 진입장벽이 높은 지식은 아니다.
  - 도구 자체가 문제를 해결해주지는 않는다.
    - 해석, 추론 과정이 더 중요하다.
  - 덤프에서 나오는 클래스, 라이브러리에 대한 지식이 있어야 근본 원인을 파악할 수 있다.

Pinpoint 활용 사례

Pinpoint는?

- 네이버의 APM
  - 많은 요청을 처리하는 네이버의 실서비스에 적용
- 분산 시스템 호출에 특화
  - http://helloworld.naver.com/helloworld/1194202 참조
- 오픈소스
  - http://github.com/naver/pinpoint

DB 호출 모니터링 사례

- 가장 흔한 어플리케이션의 병목
- Dynamic query, ORM 등 쿼리 생성 조건이 복잡한 경우 더욱 유용했음
- Connection pool 설정으로 인한 결과를 바로 확인 가능

DB 호출 모니터링 사례

느린 Dynamic query 확인

- 조회 조건에 따라서 where 절의 구성이 달라지는 쿼리
- DBA도 사전에는 엄격하게 확인하지 못하는 경우가 많음
- Pinpoint로 운영서버에서 특정 조건일 때만 느려지는 쿼리를 파악하여 튜닝을 했음

DB 호출 모니터링 사례

ORM의 동작 확인

- 쿼리가 호출되는 시점이나 횟수, 생성되는 쿼리를 개발자가 잘 예측하지 못하는 경우도 있음.
  - Local에서 로그로 확인이 가능하지만 시각적으로 확인이 편하지는 않음.
- 사례 : JPA를 쓰는 서비스에서 파일을 다운로드하는 긴 요청에 OpenEntityManagerInViewFilter가 적용되어서 불필요하게 길게 Connection을 보유하는 상황
  - Pinpoint로 모니터링해서 DataSource.getConnection() 메서드에서 대기하고 있는 것을 확인
  - 문서 수정 후 같은 현상이 없음을 다시 확인

DB 호출 모니터링 사례

분산 트랜잭션의 비용 파악

- 2PC commit은 과연 얼마나 느린지 실제로 확인

DB 호출 모니터링 사례

과도한 validation query

- DBCP의 testOnBorrow 속성이 true로 되어 있어서 매번 실제 쿼리 호출 전에 validation query가 날아가는 현상
  - 부적절한 설정 사례
- DBCP 설정 소스를 보지 않고도 Pinpoint 모니터링으로 바로 파악

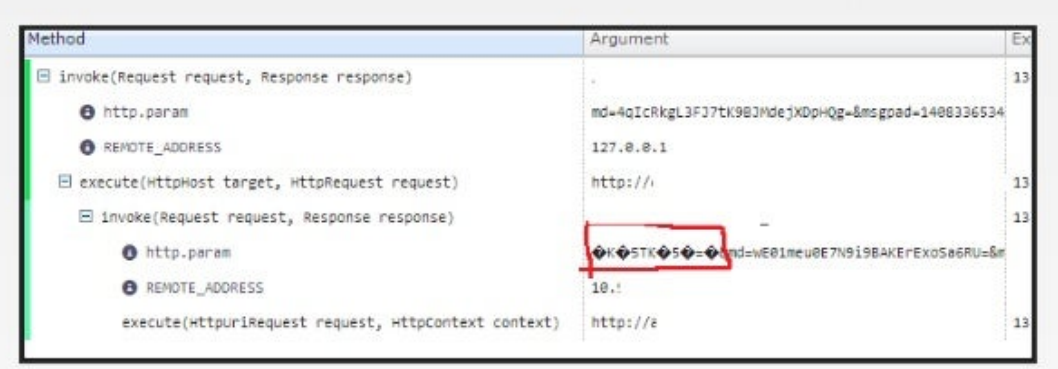
Server to server API 호출 모니터링 사례

- 서버 간의 호출여부, 응답이 느린 API 서버와 구간별 정보를 바로 파악할 수 있음.

Server to server API 호출 모니터링 사례

에러가 나는 요청의 request 정보 확인

- Http 요청의 파라미터 확인으로 문제 파악

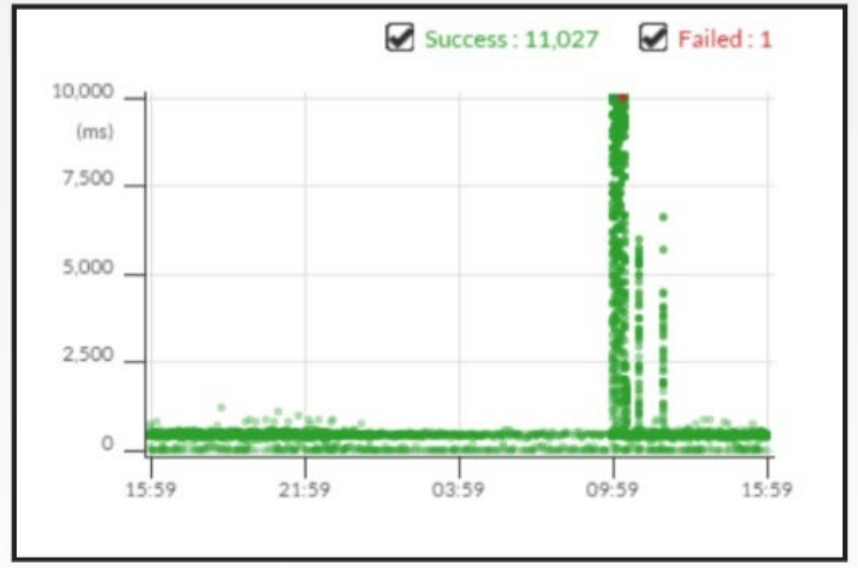


- 장비 한대에 request body의 압축을 풀어주는 설정이 빠져있었음
  - 부적절한 설정 사례

Server to server API 호출 모니터링 사례

특정시간대의 특정 API 서버의 병목

- 특정 시간대의 응답이 느린 것을 보고 그때의 어느 구간이 느렸는지 바로 확인
- 연계 호출되는 API 서버에서 평소보다 많은 시간을 쓰는 것을 확인

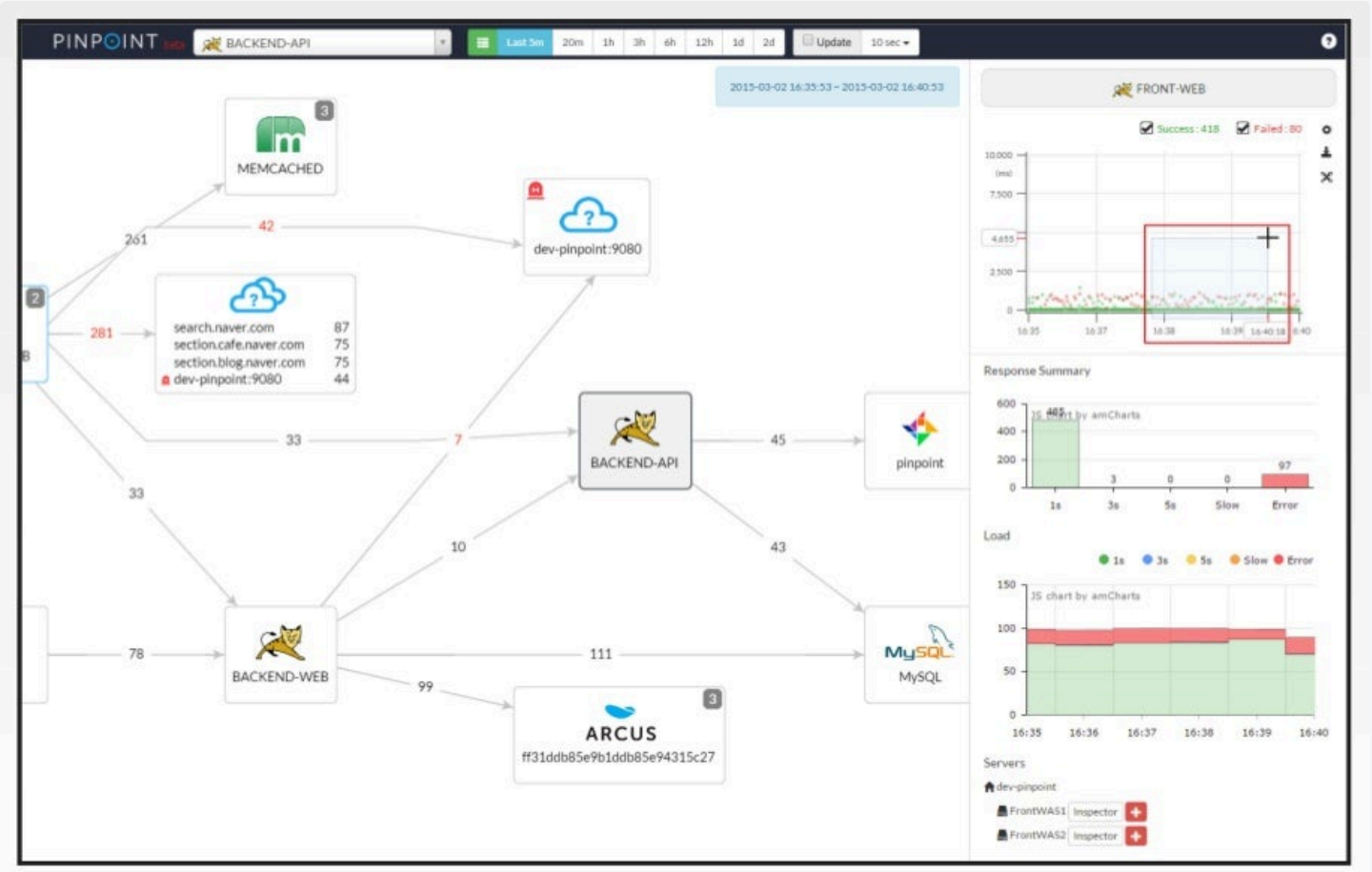


Server to server API 호출 모니터링 사례

글로벌 인프라 구성 변경 확인

- 글로벌 앱 지원을 위한 서버는 특정 지역의 요청이 정확하게 의도한 곳의 서버로 전달되는지 확인하기가 어려움
- Pinpoint의 서버맵에서 호출 경로 확인
  - 실제 호출이 가는지 바로 파악이 가능
  - 해외 IDC의 서버팜 등 초기환경 세팅시 유용하게 사용

Server to server API 호출 모니터링 사례



Server to server API 호출 모니터링 사례

지역별 실행시간 비교

- 별도의 프로파일링 도구나 코드 수정 없이 바로 파악이 가능했음.
  - 예) A국가 서버 -> 한국 중계서버 --> 한국 서비스 서버 : 약 250ms + alpha
  - 예) B국가 서버 -> 한국 중계서버 --> 한국 서비스 서버 : 약 70ms + alpha
- 분산 호출 사이의 실행시간 파악
  - 병목지점이 어플리케이션의 로직이 아닌 미들웨어나 Network layer에서 있음을 바로 파악
- 구간별 성능 개선 효과 파악

교훈

- APM도입의 효과
  - 어플리케이션 로직을 잘 아는 개발자가 다른 요소를 쉽게 파악함
  - 어플리케이션의 정보를 종합해서 분석
  - 서비스와 개인의 성장에 도움
    - 문제가 되는 구간을 만들면 다른 동료에게 바로 보임

교훈

- Pinpoint는 현대적인/도전적인 환경에서 더욱 유용했다.
  - 글로벌 환경의 복잡한 인프라 구성
  - API gateway
  - ORM 같이 추상화/자동화 수준이 높은 프레임워크 사용시

교훈

- 지원 요청의 수준을 상향 평준화
  - '최고의 지원요청’이 늘어남
  - DBA/프레임워크팀/인프라조직/연계서비스 담당자와 더 깊이 있는 정보로 의사소통
  - 섣부른 단정/오해 방지
- 트러블 슈팅 자동화
  - Pinpoint의 시작 동기 중 일부

감사합니다