

# APM 기반의 성능관리 SLA 지표

정희원 김형원\*, 한정섭\*, 이남용\*, 김종배\*\*°

## A Study on SLA Criteria for Performance Management based APM

Hyung Won Kim\*, Jung Sup Han\*, Nam Yong Lee\*, Jong Bae Kim\*\*° *Regular Members*

### 요약

성능관리에 대한 패러다임이 기존의 측정 중심에서 최종 사용자를 위한 관리 중심으로 변화하고 있다. 이러한 이유로 인해 SLA 지표에 대한 중요성이 증가하고 있으며, SLA 지표를 측정하고 관리하기 위한 어플리케이션 성능 관리(APM) 또한 관심이 높아지고 있다. 그러므로 본 연구에서는 기존 서비스 기반에서 성능관리에 대한 APM 과 관련 있는 SLA 지표를 도출하고, 이를 기반으로 측정해야 하는 항목을 정의하고 측정하기 위한 방법을 제안한다.

**Key Words** : Ubiquitous Computing Service, Classification, Evaluation Criteria

### ABSTRACT

A paradigm for performance management is changed to measurement based from management based for end-user. For this reason, increasing the importance of the Service Level Agreement (SLA) criteria and Application Performance Management (APM) to measuring and managing of SLA criteria are also gaining interest. In this paper, we elicit SLA criteria based on service based performance management and examine the relationship of APM and SLA criteria. And we propose related SLA criteria and calculation method for measuring SLA criteria.

### I. 서론

e비즈니스의 성패는 얼마만큼 고객에게 친숙하고 장애가 없는 서비스를 제공하느냐에 달려있다. IT서비스가 느려지거나 장애가 발생할 경우, 해당 업체는 어플리케이션, 어플리케이션 서버, 데이터베이스, 어플리케이션 트랜잭션 등과 관련된 시스템들 중에서 장애 원인을 찾기란 쉽기 않다. 따라서 기업들은 성능 저하로 인해 초래되는 자금 흐름의 위협성과 고객 불만을 줄이기 위한 다각적인 노력을 구사하고 있다. 이와 같이 자금, 인력 및 시간 낭비를 줄이기 위한 솔루션이 바로 APM 이다. 즉, APM이란 최종 사용자에게 제공되는 서비스의 성능을 향

상하고 최적화하기 위한 관리이다<sup>[1,2]</sup>.

최근 e비즈니스 활성화로 기업 IT 인프라가 복잡 다양해지고 있다. 특히 웹, J2EE, 닷넷, C/S, ERP, CRM, SCM 등 다양한 시스템과 어플리케이션이 상존하면서 기존의 단순한 모니터링 기능을 제공하는 시스템관리솔루션(SMS)으로는 고객의 요구를 충족시킬 수 없다.

또한 IT관리의 주된 관점이 시스템, 네트워크, 어플리케이션 내부 등 인프라 측면에서의 성능에서 사용자 관점, 비즈니스 프로세스 관점으로 그 추세가 변화하고 있다. 최종 사용자가 체감하는 서비스 성능을 계량화하여 SLA를 관리하고 비즈니스 서비스의 가용성을 감시해야 할 필요성이 있다.

\* 숭실대학교(hwkim@edsk.co.kr, jshan@kcc.co.kr, nylee@ssu.ac.kr), \*\* (사)한국해킹보안협회(kjb123@empas.com) (° : 교신저자)  
논문번호 : 10044-1120, 접수일자 : 2010년 11월 20일

표 1. 성능관리 SLA 지표

서비스 항목	운영관리지침	ITIL	CMMI-SVC	CobiT
성능관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 성능 측정 계획 및 방안</li> <li>● 서버 응답시간</li> <li>● 네트워크 모니터링 빈도</li> <li>● 서버, 네트워크 고장률</li> <li>● 성능 요구사항 분석 및 예측</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 용량 수립 계획에 맞게 이루어지는지의 정확도</li> <li>● 성공적으로 처리한 트랜잭션 처리 건수</li> <li>● 용량 초과 여부</li> <li>● 용량 부족으로 인한 시스템 부하율</li> <li>● 용량 부족으로 인한 성능 감소율</li> <li>● 요구에 맞는 서비스 자원 우선순위 할당 및 가동</li> <li>● 테스트 수행 비율</li> <li>● 이슈 및 위험 비율</li> <li>● 문제 해결 비율</li> <li>● 해결 효과성 비율</li> <li>● 복구 노력 백분율</li> <li>● 검사 효과성 백분율</li> <li>● 잔존 위험 백분율</li> <li>● 테스트시 발견된 오류 백분율</li> <li>● 문서화된 알려진 오류의 수</li> <li>● 정보시스템 성능 측정 시 고객이 요구한 수준에 미치지 못하는 비율</li> <li>● 서비스 중 나타난 사고 비율</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 응답시간</li> <li>● SLA 이행 비율</li> <li>● 용량 및 가용성 관리 전략</li> <li>● 전체 서비스 중 합의 시간 내의 가용성이 이루어진 서비스 비율</li> <li>● 전체 서비스 중 합의 시간 내에 가용성이 이루어지지 않은 서비스 비율</li> <li>● 정지로 인하여 영향 받은 정도</li> <li>● 서비스 응답 시간</li> <li>● 서비스 정지 수</li> <li>● 평가 및 산출물 보고서 작성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 품질보증 검토 비율</li> <li>● 품질관리 훈련 비율</li> <li>● 정보시스템 관련 사용자, 업체스 제공자 중 품질조사에 실제 참여율</li> <li>● 성능 및 용량 전망 빈도</li> <li>● 용량 검토에 포함된 스토리지 자원의 비율</li> <li>● 중앙 집중 모니터링 도구를 통해 감시되는 서비스 구성요소 비율</li> <li>● SLA 검토 미팅 회수</li> <li>● 보고된 서비스 수준 비율</li> <li>● 자동화된 방법에 의해 보고된 서비스 수준 비율</li> <li>● SLA 체결 후 서비스 수준 조절을 위해 경과된 날</li> <li>● 성능 목표, 측정에 반영된 실제 측정의 지연 시간</li> <li>● 측정 데이터 수집에 요구되는 시간 및 인력</li> <li>● 측정 프로세스로부터 식별되지 않은 문제의 수</li> </ul>

그러므로 본 연구에서는 사용자 관점에서의 어플리케이션 성능 관리를 위한 지표와 이를 측정하기 위한 구조와 측정 방법에 대해 논의한다.

### II. 관련연구

서비스 관점에서의 논의가 중요시되면서 SLA 지표에 대한 중요성이 커지고 있다. 그러나 SLA 지표에 대한 관점이 다르기 때문에 기존 문헌<sup>3-6)</sup>에 기반하여 표 1과 같은 SLA 지표를 식별한다.

### III. 성능관리 서비스의 SLA 지표

본 장에서는 성능관리 서비스의 SLA 지표를 도출하기 위해 기존 문헌에서 정의하고 있는 SLA 지표를 수집하고, 수집된 SLA 지표를 기반으로 중복되거나 불필요한 지표들을 제거한다. 정제된 SLA 지표를 설문조사를 하여 각 지표들의 타당성을 검증한다.

문헌 기반의 평가지표들은 중복 제시된 지표 또는 비슷한 용도로 사용된 지표가 다수 존재하며, 성

능관리 서비스를 나타내지 못하는 지표도 존재한다. 이들 지표를 하나로 통일하고 성능관리 서비스의 측정지표 목록을 재구성한 결과는 다음 표 2와 같다.

목록상에 제시된 지표가 어플리케이션 서비스의 개선을 나타내는 지표로 적합하지 여부를 확인할 수 있어야 한다. 이를 위하여 측정지표 목록에 대한 SMART 기준<sup>7)</sup>을 수행하여 확인한다. 측정지표 목록에 제시된 각 지표가 APM와 연관이 있어 필요한 지표인지를 확인하기 위해 APM 개발자를 대상으로 설문을 수행한다. 설문 수행결과 표 3에서 보는 바와 같은 6개의 SLA 지표가 도출되었으며, 각 지표에 대해 다시 한번 AMP와의 연관 유무를 5점 척도로 하여 재설문한다.

본 연구에서는 SPSS(Statistical Package for the Social Science) Ver 12.0을 활용하여 서비스 항목별 측정지표의 상호 연관관계를 분석하여 측정지표가 동일 요인으로 그룹화 될 수 있는지를 확인한다. 이의 확인 방법은 측정지표 간의 신뢰도 계수(Cronbach's Alpha)가 0.6 이상<sup>8)</sup>인 지를 확인한 후, 측정지표 전체의 신뢰도 계수와 특정 측정지표의 평균점수를 제외하고 그룹화 하였을 때의 신뢰

표 2. 성능관리 서비스의 측정지표 목록

서비스 항목	내용
성능 관리	주요 거래에 대한 응답시간
	전산 자원 용량 관리 계획 수립 여부
	서버 응답시간
	성능 목표, 측정에 반영된 실제 측정의 지연 시간
	측정 데이터 수집에 요구되는 시간 및 인력
	네트워크 모니터링 빈도
	서버, 네트워크 고장률
	용량 검토에 포함된 스토리지 자원의 비율
	용량 수립 계획에 맞게 용량 관리가 이루어지는지에 대한 정확도
	시스템이 성공적으로 처리한 단위 시간당 트랜잭션 처리 건수
	전산 자원 용량 초과 여부
	용량 부족으로 인한 시스템 부하율
	서비스 우선순위에 따른 자원 할당 여부
	시스템 성능 측정 계획 수립
	테스트 수행 비율
	정보시스템 성능 측정 시 사용자 요구 수준에 미치지 못하는 비율
	용량 및 가용성 관리 전략
	품질보증 검토 비율
품질관리 훈련 비율	
정보시스템 관련 사용자, 서비스 제공자 중 품질조사의 실제 참여율	
중앙 집중 모니터링 도구를 통한 시스템 감시 여부	

도 계수를 비교하여 각 측정지표가 서비스 항목을 올바르게 나타내는지 검증한다.

성능관리 서비스 항목은 5개의 측정지표를 포함하고 있고 신뢰도 계수가 0.832로, 모든 측정지표의 평균점수가 성능관리 서비스 항목을 나타내고 있음을 확인하였다. 또한 ‘서비스 우선순위에 따른 자원 할당 여부’ 측정지표를 제외하였을 때의 신뢰도 계수가 측정지표에 대한 신뢰도 계수 중 제일 높은

표 3. 성능관리 서비스 항목 신뢰도 계수

측정지표 포함 여부	신뢰도 계수
주요 거래에 대한 응답속도 제외	0.797
서버 응답시간 제외	0.794
시스템이 성공적으로 처리한 단위 시간당 트랜잭션 처리 건수 제외	0.770
전산 자원 용량 초과 여부 제외	0.770
서비스 우선순위에 따른 자원 할당 여부 제외	0.887
모든 측정지표	0.832

것으로 측정되었다. 그러므로 성능관리에서는 5개의 측정지표 모두를 활용할 수는 있으나 ‘서비스 우선순위에 따른 자원 할당 여부’ 측정지표를 제외하였을 때 성능관리를 더욱 더 잘 나타낼 수 있음을 염두에 두고, 각 측정지표의 평균점수를 기반으로 하여 SLA 평가지표 선정 여부를 검토한다. 성능관리 서비스 항목에 대한 신뢰도 계수는 다음 <표 3>과 같다.

#### IV. 지표의 정량적 측정 기법

##### 4.1 성과지표의 측정 항목

본 절에서는 3장에서 도출한 6가지 성능 평가 지표를 정량적으로 측정하기 위한 기법을 제안한다. 표 4는 각 지표들을 측정을 위한 측정 항목을 정의한다.

표 4. 지표 측정을 위한 항목

측정지표 포함 여부	측정 항목
주요 거래에 대한 응답속도	목표 시간내 응답 거래율
서버 응답시간	어플리케이션, 네트워크, 클라이언트 사이의 응답시간
시스템이 성공적으로 처리한 단위 시간당 트랜잭션 처리 건수	수행된 전체 트랜잭션의 성공율
전산 자원 용량 초과 여부	CPU 사용율, 메모리 사용율
서비스 우선순위에 따른 자원 할당 여부	CPU 대기큐 길이, CPU 사용율, 메모리 사용율

표 5. 측정항목의 목표치 설정

측정항목	목표치	비고	
목표 시간 내 응답 거래율	99% 이상	수행된 트랜잭션의 99%가 목표 시간(트랜잭션별 정의)을 만족해야 함	
응답 시간	어플리케이션 (Server)	1 초 이내	DB 처리시간을 포함 (Server)
	네트워크 (Network)	1 초 이내	패킷 Send/Receive 시간 기준 (connect + upload + download)
	클라이언트 (Client)	1 초 이내	클라이언트의 처리 시간 (Client=PC구간)
CPU 사용률	70% 이하	대상 시스템별 CPU 사용률(%)	
메모리 사용률	이하	대상 시스템별 MEM 사용률(%)	
CPU 대기 큐 길이	이하	대상 서비스별 큐 길이 (개)	

표 5는 측정항목에 대한 각 목표치를 설정한 것이다. 본 연구에서는 기본적으로 관리되어야 하는 측정항목의 목표치를 제안한다. 제안한 목표치는 어플리케이션의 특징에 따라 변경될 수도 있다.

4.2 측정을 위한 APM 구성

4.1절에서 제안한 성능평가 지표를 관리하기 위해서는 가장 중요시 되는 것이 어플리케이션, 네트워크, 클라이언트 사이의 응답시간이 가장 중요하다. 본 연구에서는 각각의 응답시간을 측정하기 위해 APM내에 적용한 계산법을 제안한다.

그림 1은 연결구간을 측정에 대한 그림이다. 각 단말(End User, WS)에서 패킷이 발송되거나 수신되는 시점은 TCP나 HTTP의 개별 프로토콜만으로는 확인할 수 없다. 그러므로 프로토콜 자체에 시간 정보가 있다고 해도 각 단말이 가진 시간 정보는 서로 일치하지 않으므로 기준이 불분명하다. 그래서 측정할 수 있는 시간은 Agent가 패킷을 캡처한 시간 뿐이며, 이것은 명확한 하나의 기준을 가지고 있다. 이 시간을 이용해서 각 단말의 시간을 추정하는 것이 보다 명확한 방법이라고 할 수 있다.

TCP에서 Ack(Acknowledge)는 패킷을 받는 즉시 전송한다고 가정한다. 즉, 단말이 패킷을 받고 Ack를 발신하는 사이의 시간 간격은 0 $\mu$ s으로 한다. 또한 같은 구간 내에서 같은 경로로 패킷이 이동하는 속도는 동일하다고 가정한다.

HTTP 요청을 전달하기 위해 TCP 레벨에서는 먼저 Client(End User)가 Connection을 시도한다. 이는 BSD 소켓 표준에 의해 3번의 패킷 전송이 일어나며 이를 핸드셰이크(Hand Shake)라고 한다. 이때 SYN 요청과 Ack는 연속적으로 일어나므로 각 구간의 시간을 측정할 수 있다. 먼저 ①과 ③에서 측정된 시간의 차는 패킷이 스위치에서 WS까지 갔다온 왕복 시간이다. 이 왕복은 같은 구간에서 같은 경로를 따라 이동하므로 가는데 걸린 시간과 오는 데 걸린 시간은 동일하다.

그림 2는 WAS 구간 측정에 대한 그림이다.

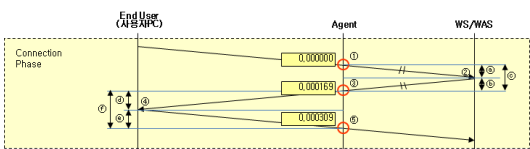


그림 1. 연결구간(Connection Time) 측정

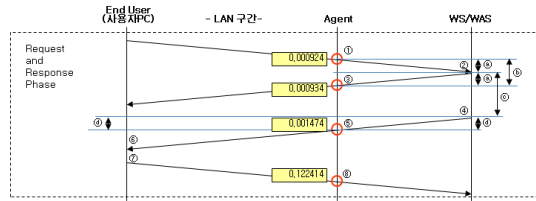


그림 2. WAS 구간 측정

TCP Connection 이후 Client는 HTTP 요청(Request) 메시지(①)를 보낸다. TCP 레벨에서는 이에 대한 Ack(③)가 발생하므로 이전과 마찬가지로 Agent에서 WS까지의 구간을 측정할 수 있다(㉑). 그 후 WS로부터 HTTP 응답(Response) 메시지(⑤)가 전송되는데 WS가 HTTP 요청을 받은 직후부터 내부에서 Web Application을 수행하고 HTTP 응답 메시지를 전송하는데 까지 걸린 시간을 “WS/WAS 시간”이라고 생각할 수 있다. 이것은 ②에서 ④까지 경과한 시간이다.②를 구하려면 ③에서 ㉑를 빼면 되며, ④를 구하려면 ⑤에서 ㉒를 빼면 된다. 그런데, ㉒는 ㉑와 같으므로 ④는 ⑤에서 ㉑를 뺀 것과 같다.

WAS에서 데이터를 보내면(⑤) PC는 ACK를 전송하며(⑧) 두 시간 사이에 PC 구간이 있다. ⑤에서 ⑧의 시간차에서 Probe부터 PC까지 가는 시간과 PC부터 Agent까지 오는 시간을 빼면 PC 구간의 시간을 알 수 있다. 같은 구간에서 가는 시간과 오는 시간은 같다고 가정하였으므로 ㉓에서 2\*㉑를 빼면 ㉑가 되며, 이것을 PC 시간으로 계산한다.

그러나 Agent부터 PC까지 시간(㉑)을 직접 구할 수 없기 때문에 연결 구간에서 구한 시간을 적용한다.

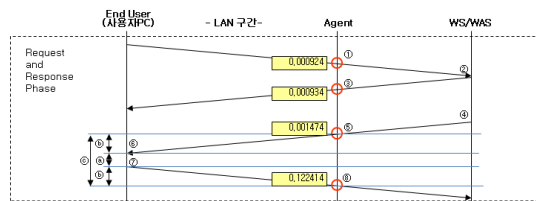


그림 3. PC구간 측정

V. 적용가능성

본 연구에서 제안한 평가지표와 측정기법을 적용하기 위해 프로토타입을 만들어 적용해보았다. 이를 위해 T기관에 프로토타입을 실행하여개발 Application의 평균 응답시간에 대해 상위 10개를 도출해보았다.

그림 4. Top 10 항목

순위	URL	호출건수	응답시간 (ms) 평균	호출빈도 (회/초)
1	/11.376 /amd/isa/isa00022L_iss	3	50.625	693
2	4.899 /amd/isa/isa00022L_iss	1	4.899	4.899
3	3.930 /amd/isa/isa00022L_iss	4	12.375	487
4	2.862 /amd/isa/isa00022L_iss	9	11.520	40
5	2.024 /amd/isa/isa00022L_iss	2	3.311	735
6	1.753 /amd/isa/isa00022L_iss	9	5.309	343
7	1.703 /amd/isa/isa00022L_iss	13	20.034	140
8	1.529 /amd/isa/isa00022L_iss	6	6.475	6
9	1.339 /amd/isa/isa00022L_iss	8	8.111	226
10	1.101 /amd/isa/isa00022L_iss	7	1.489	643

그림 4. 적용 결과

그림 4는 상위 10개에 대한 결과이다.

결과를 기반으로 상위 10 항목의 어플리케이션은 검토를 거쳐 성능부분에 대한 가능한 한 조치가 필요한 것으로 나타났다. 어플리케이션 호출중 응답속도가 가장 느린 항목의 상세 내역을 살펴보았을 때 지연된 호출 시간의 대부분을 SQL질의 문에서 소모했음을 확인할 수 있다. 그러므로 해당 항목들을 추적하여 지속적인 응답성능 저하가 있을 경우 쿼리문 조정 등을 통한 성능 개선이 필요한 것으로 판단된다.

본 연구에서 제안한 모든 평가지표들을 프로토타입에 적용한 것은 아니다. 그러나 어플리케이션과의 응답속도를 측정하고 이를 분석하여 성능 향상을 위한 가이드라인을 제시하였다.

## VI. 결 론

기존의 단순한 모니터링 관리 도구를 지양하고 어플리케이션과의 성능 관리가 대두되고 있다. 이러한 APM은 단순 측정 지표에서 최종사용자가 체감하는 관리 중심으로 변화하고 있다. 그러므로 본 연구에서는 기존 성능관리 SLA 지표로부터 사용자 중심의 APM와 연관이 있다고 판단되는 5개의 SLA 지표를 도출하였으며, 이를 측정하기 위한 세 가지 측정 기법(연결 구간, WAS 구간, PC 구간)에 대해 제안하였다. 제안된 측정 기법이 적용가능한지를 판단하기 위해 간단한 APM 프로토타입을 개발하여 실행하였다. 그러나 제안한 성능관리 지표뿐만 아니라 측정을 통해 제공할 수 있는 정보의 다양성을 사용자에게 제공해줘야 한다. 향후 성능지표를 활용한 APM 리포트 형식에 대한 연구가 필요하며, 지표를 활용한 분석 가이드라인을 제시해야 한다.

## 참 고 문 헌

- [1] Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Application\\_performance\\_management](http://en.wikipedia.org/wiki/Application_performance_management)
- [2] Khanna, G., Beaty, K., Kar, G., and Kochut, A, "Application Performance Management in Virtualized Server Environments", Network Operations and Management Symposium 2006, pp.373-381, 2006.
- [3] 정보통신부, "정보시스템 운영관리 지침", 2005.
- [4] S. Lacy, I. Macfarlane, ITIL Version 3 Service Operation, Office of Government Commerce, 2007
- [5] CMMI Product Team, "CMMI for Services, Version 1.2", 2009.
- [6] IT Governance Institute, CobiT 4.1, 2007.
- [7] McShane, S.L., Von Glinow, M.A., Organizational behavior: emerging realities for the workplace revolution(3rd), McGraw-Hill. 2005.
- [8] Gorsuch R.L., Factor Analysis, Hillsdale, 1983.

김 형 원 (Hyung Won Kim)

정회원



2010년 8월 숭실대학교 대학원 박사과정  
2010년 8월 현재 (주)한국이디에스 대표이사  
<관심분야> 성능관리, 테스트, e-R&D 시스템

한 정 섭 (Jung Sup Han)

정회원



2008년 숭실대학교 정보과학대학원 (공학석사)  
2010년 숭실대학교 대학원 (박사 과정)  
1980년~현재 KCC정보통신(주) 대표이사  
<관심분야> 유비쿼터스 컴퓨팅, 정보보호, 소프트웨어 아키텍처, 소프트웨어 프로세스, 소프트웨어 유지보수 등

이 남 용 (Nam Yong Lee)

정회원



1980년~1983년 고려대학교  
경영대학원 경영정보학(MIS)  
(경영학석사)

1990년~1993년 미국 미시시  
피주립대학교(MSU) 경영정  
보학(MIS)(경영학박사)

1999년 숭실대학교 컴퓨터학부  
교수

<관심분야> 소프트웨어 테스트, 품질보증, MIS, 정  
보보호

김 종 배 (Jong Bae Kim)

정회원



2002년 8월 숭실대학교 대학원  
석사

2006년 8월 숭실대학교 대학원  
박사

2006년 8월 숭실대학교 대학원  
박사

2001년~현재 (주)이엔터프라이즈  
대표이사

2004년~2006년 남서울대학교 컴퓨터학과 겸임교수

2006년~현재 서울여자대학교 컴퓨터학부 겸임교수

2009년~현재 (사)해킹보안협회 학술연구위원장

<관심분야> 소프트웨어 개발 방법론, 정보보호, 오픈소스소프트웨어