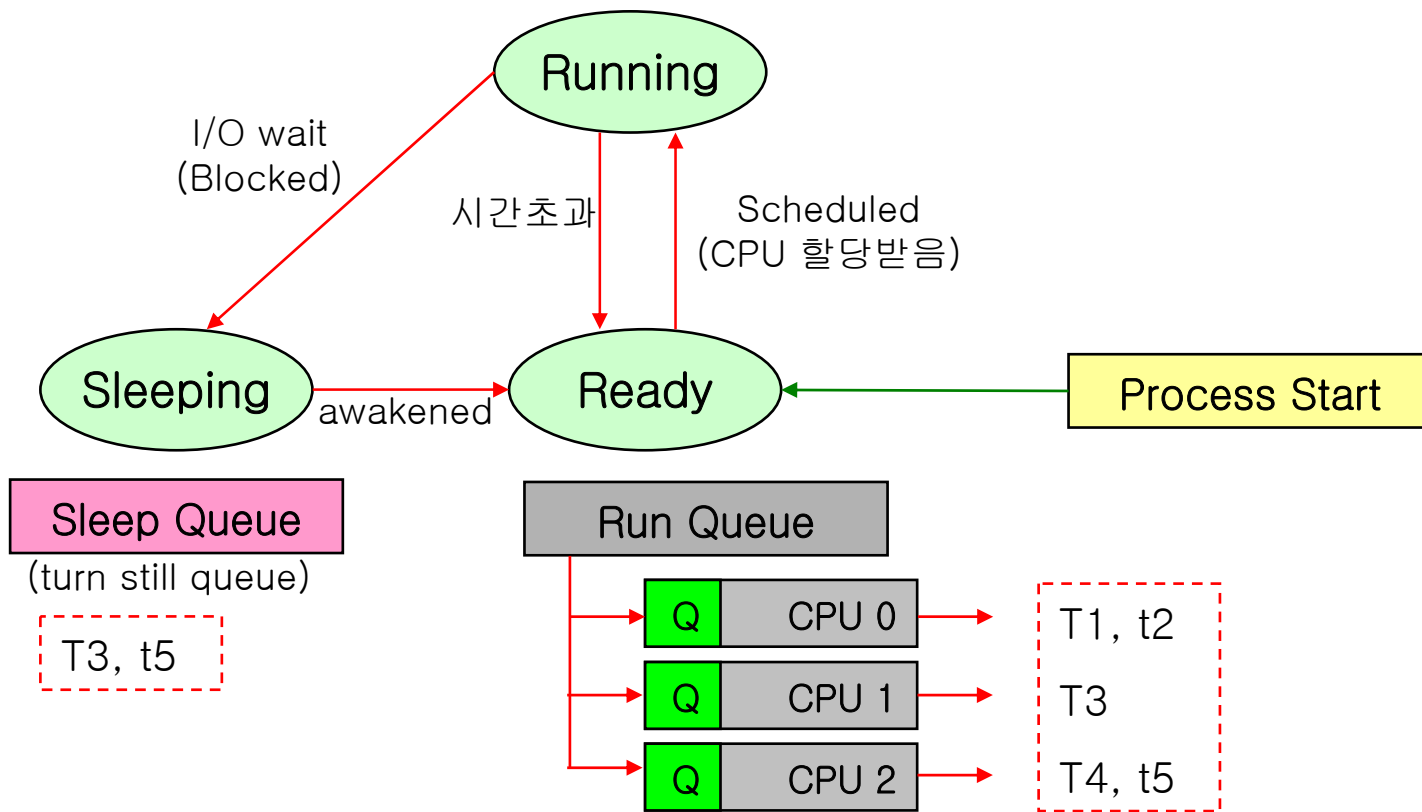


시스템 성능 분석 보고서

1. CPU 성능 분석
2. Memory 성능 분석
3. Disk I/O 성능 분석
4. 접속 세션 분석
5. 실행 프로세스 분석
6. 데이터베이스 성능 분석
7. 웹 서버 성능 분석
8. 성능 분석 결과 및 제안

1-1. CPU 성능판단 기준

[CPU Scheduling의 이해]

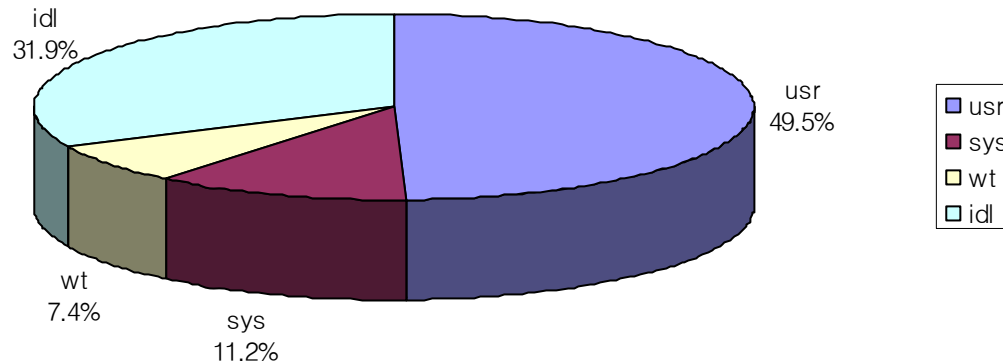


[병목현상 판단 기준]

- * Run Queue에는 CPU 개수 * 1~2 보다 많은 Thread가 쌓이면 병목으로 판단
- * 시스템에는 적절한 수준의 Idle Time을 유지하여야 한다.

1-2. CPU 사용 형태(1일 평균)

CPU 사용 유형 별 분석



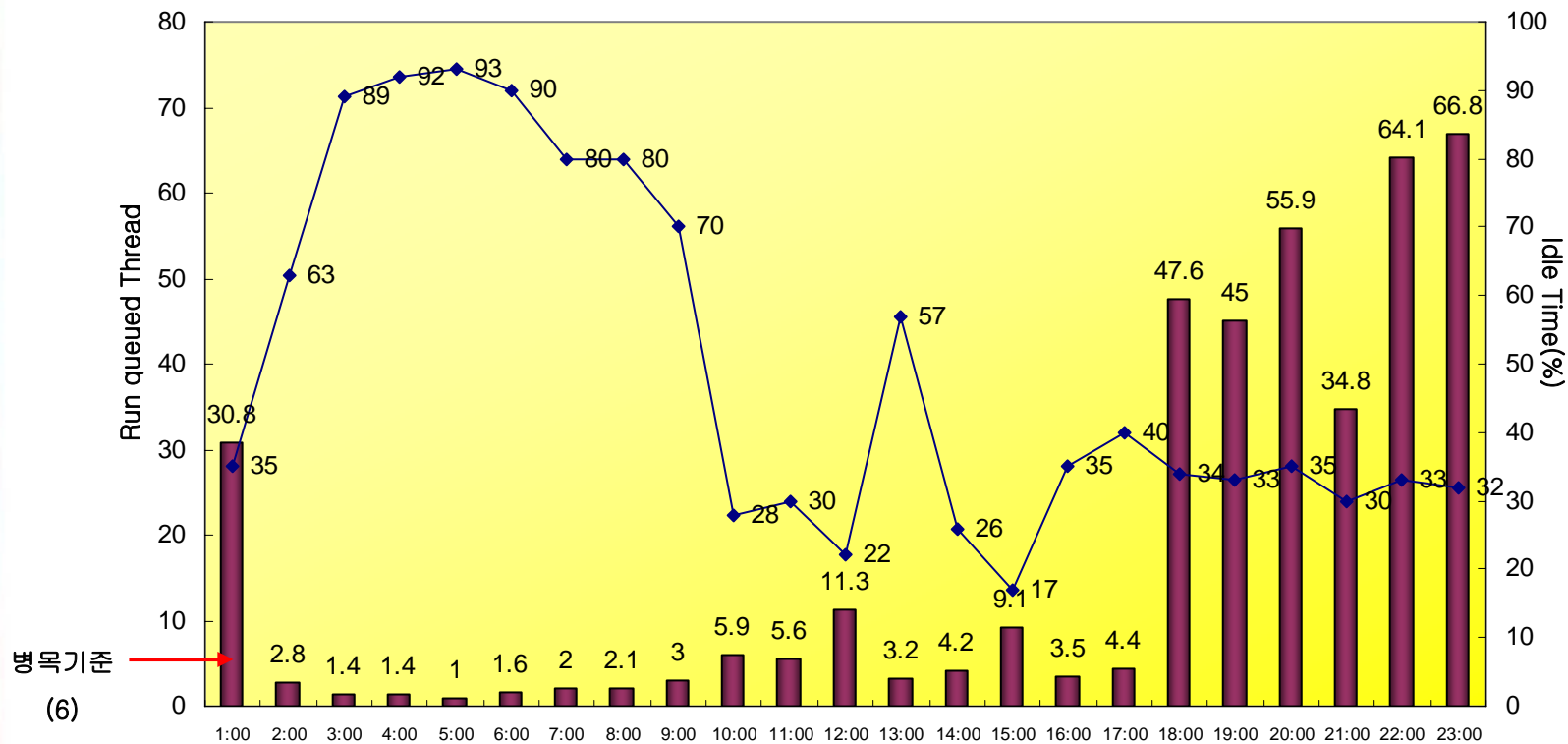
• User Application의 CPU 사용률 판단

- ① User Application이 CPU를 사용하는 가장 많이 사용하고 있으며, Oracle RDBMS 와 Jserver 프로세스가 대부분을 차지하고 있음.
- ② Wait % 가 7.4% 로 나타난 것은 DISK I/O 병목현상으로 인한 Wait 상황이 발생하고 있음을 의미함.

* 위 결과는 평균치이므로 Peak Time시의 상황과는 상이한 결과일 수 있음.

1-3. CPU 병목현상 판단

시간대별 Run Queued Thread & Idle Time 분석



• Peak Time 시, CPU 사용 및 IDLE Time 분석

시스템의 CPU run queue에는 평균 30.4개의 미처 처리 되지 못한 쓰레드가 대기 중이며 (Peak Time 시 : 156개의 Thread 처리 대기 상태), idle time 역시 평균 31.9% 이하를 유지하고 있습니다. 이것은 시스템의 용적(Facility)을 10배 이상 초과한 트랜잭션 량이 발생하였음을 의미하며, CPU 병목현상이 가장 치명적인 문제점으로 분석되었습니다.

2-1. Memory 구성 및 사용 현황 분석

Memory 구성 형태 분석 및 프로세스 별 사용 현황

Brd	Bank	MB	Status	Condition	Speed	Intrlv. Factor	Intrlv. With
5	0	1024	Active	OK	60ns	2-way	A
5	1	1024	Active	OK	60ns	2-way	A
7	0	256	Active	OK	60ns	2-way	B
7	1	256	Active	OK	60ns	2-way	B

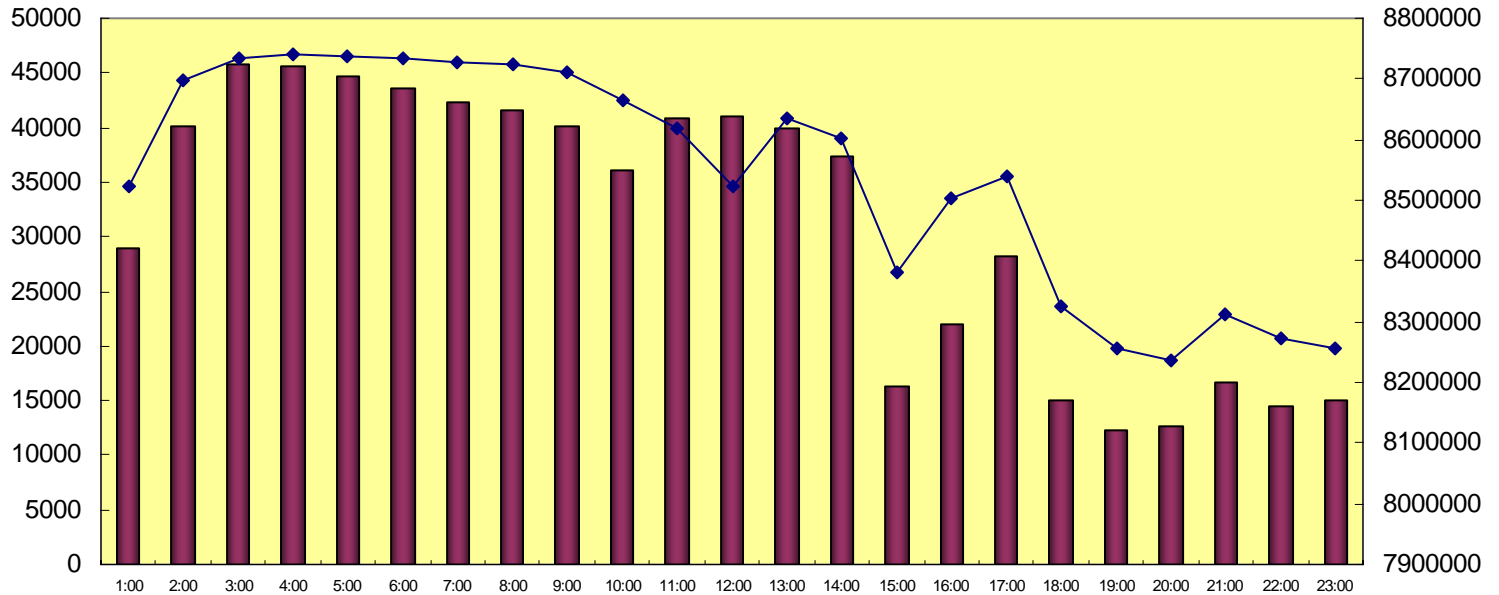
NPROC	USERNAME	SIZE	RSS	MEMORY	TIME	CPU
80	root	679M	568M	0.5%	0:11.48	35%
170	oracle	116G	111G	99%	3:55.40	33%
9	eai	521M	209M	0.2%	0:00.24	0.3%
1	daemon	2544K	1792K	0.0%	0:00.00	0.0%

• Peak Time 시, CPU 사용 및 IDLE Time 분석

- ① 물리적인 메모리는 1Gb 모듈 2EA, 256 모듈 2EA로 총 2.5GB로 구성됨
- ② 메모리 자원을 가장 많이 사용하는 것은 Oracle RDBMS로 SGA 710Mb와 개별 프로세스가 사용하는 Private Memory 들로 구성되어 있음.
- ③ Jserver 각 httpd 세션으로 요청 받아 OC4J를 통하여 사용한 메모리 량은 총 568 Mb로 나타났으며,
- ④ 관리(Admin) 유저로 실행되는 Jserver 역시 그 다음 순위로 많은 사용 현황을 보이고 있음.

2-2. Memory 성능 분석

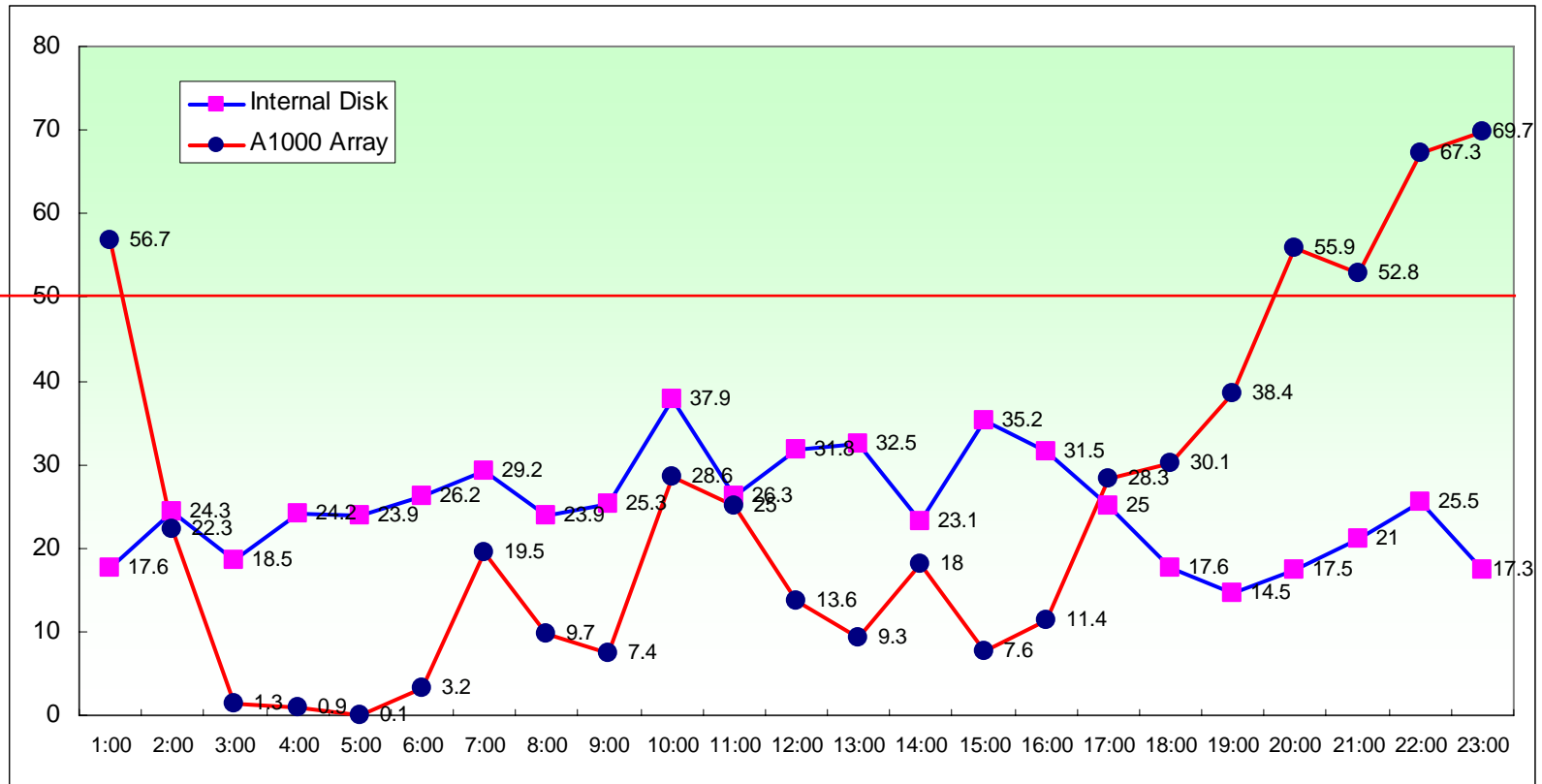
Free Memory & Swap 영역 변동 추이



• 메모리 성능 판단 : 병목현상은 없음.

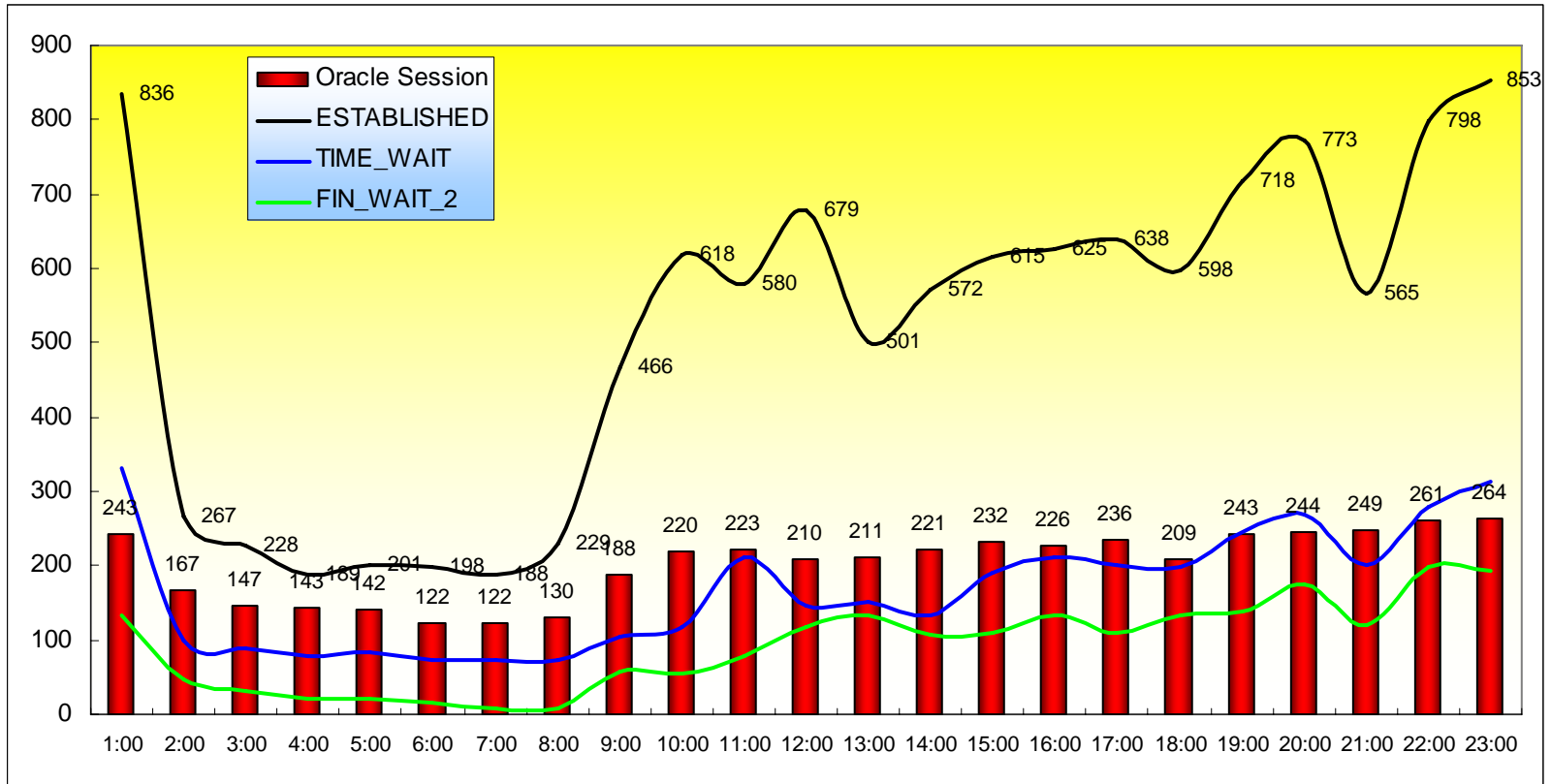
- ① 메모리 병목현상은 판단하는 기준치인 Scanning Rate는 0으로 나타남.
- ② Free Memory와 Free Swap space의 추이를 비교해 보면 사용량이 폭증했던 오후 15:00시 이후부터 자정까지 점진적으로 감소하고 있음.(swap을 사용하고 있음)
- ③ 사용량을 판단하는 Page-In/Page-out 자료 역시 15:00시 이후 점진적으로 증가하고 있음.

3. Disk I/O 성능 분석



- ① Internal Disk 는 정상적인 범위 내에서 Disk I/O Response Time을 보이고 있으나,
- ② Oracle 데이터와 DB 콘텐츠 들이 들어 있는 A1000 디스크 어레이에서는 50ms/sec를 넘는 Average Service Time을 보이고 있음.
- ③ 낮 시간 동안의 업무 시간 동안에는 정상적인 반응 속도를 보이고 있으나, 사용자들이 폭주하는 야간 시간대에 Disk I/O 량의 증가로 인하여 I/O 병목현상을 보이고 있음.

4. 접속 세션 분석



- ① ESTABLISHED 세션은 대부분 WEB서버에 httpd 로 접속된 세션을 나타내며 최대 892 세션까지 접속된 기록을 나타내고 있음.(오라클 세션은 최대 342 세션까지 접속됨)
- ② Connected Session이 늘어날 수록 재전송 대기상태(Time_Wait) 및 종료 대기 상태(Fin_Wait_2) 상태의 세션 또한 늘어나고 있음. 이는 서버의 Network 장치(LAN 카드)의 Transceiver 또는 Receiver 의 Facility를 초과하는 경우 나타나는 증상임.
- ③ Jserver가 OC4J를 통하여 JDBC Thin Driver로 오라클에 접속된 세션의 추이는 오후 17:00시 이후 점진적으로 증가하여, 24:00~01:00 사이에 최대 접속 상황을 보이고 있음.

5. 실행 프로세스 분석

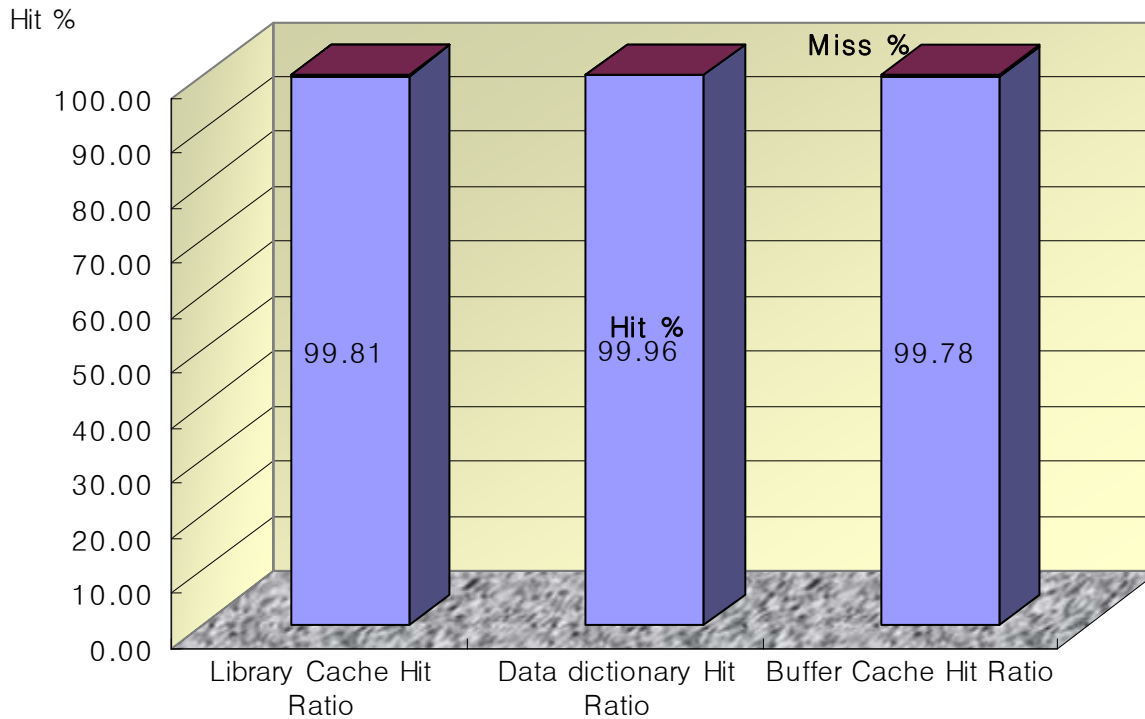
Process 별 자원 사용 현황 분석

PID	USERNAME	SIZE	RSS	STATE	PRI	NICE	TIME	CPU	PROCESS/NLWP
1141	root	402M	386M	sleep	58	0	0:06.28	34%	java/484
24936	oracle	722M	695M	sleep	59	0	0:00.05	3.5%	oracle/1
24934	oracle	722M	695M	sleep	52	0	0:00.07	3.4%	oracle/1
24938	oracle	722M	694M	sleep	59	0	0:00.05	3.3%	oracle/1
24788	oracle	722M	695M	sleep	21	0	0:00.12	3.2%	oracle/1
24868	oracle	722M	695M	sleep	15	0	0:00.09	2.9%	oracle/1
24864	oracle	722M	695M	sleep	59	0	0:00.10	2.6%	oracle/1
24972	oracle	722M	695M	sleep	59	0	0:00.02	1.8%	oracle/1
24852	oracle	723M	696M	sleep	59	0	0:00.04	1.7%	oracle/1
24924	oracle	722M	694M	sleep	59	0	0:00.03	1.4%	oracle/1
24916	oracle	722M	695M	sleep	59	0	0:00.04	1.4%	oracle/1
24926	oracle	722M	695M	sleep	59	0	0:00.02	1.4%	oracle/1
24858	oracle	722M	695M	sleep	59	0	0:00.08	1.3%	oracle/1
22660	oracle	722M	695M	sleep	58	0	0:00.31	1.1%	oracle/1
24928	oracle	722M	695M	sleep	55	0	0:00.03	1.0%	oracle/1
24932	oracle	722M	694M	sleep	58	0	0:00.02	0.6%	oracle/1
24880	oracle	722M	695M	sleep	58	0	0:00.05	0.6%	oracle/1
24976	oracle	722M	694M	sleep	58	0	0:00.01	0.5%	oracle/1
24878	oracle	722M	695M	sleep	48	0	0:00.06	0.4%	oracle/1
21126	eai	63M	25M	sleep	0	10	0:00.03	0.3%	java/19
24986	oracle	721M	694M	sleep	55	0	0:00.00	0.3%	oracle/1
21173	oracle	721M	695M	sleep	48	0	1:28.44	0.2%	oracle/1
865	oracle	723M	690M	sleep	58	0	0:33.26	0.2%	oracle/11
513	root	5072K	4056K	sleep	59	0	0:00.02	0.2%	zeniusd/8
18068	root	10M	6480K	sleep	48	0	0:01.23	0.1%	cfgap/1
21137	eai	64M	27M	sleep	0	10	0:00.03	0.1%	java/19
21169	oracle	721M	695M	sleep	58	0	0:03.44	0.0%	oracle/1

• 프로세스 사용 내역 분석

- ① 단일 프로세스로서 CPU 점유율이 가장 높은 것은 Jserver로 나타났으며, 평균 31.3%, Peak Time시 최대 47.6%의 CPU 자원을 사용하고 있음.
- ② Oracle Server Process들은 튜닝 전에 비하여 CPU 사용률이 50% 이하로 줄어 들었음
(OLTP 평균 : 1.1%, OLTP Max : 6.8%
Batch 평균 : 15.6% Batch Max : 37.4%)
- ③ OLTP용 Oracle Server Process들은 대부분 적은 Resource를 사용하면서, 빠른 Response Time을 보이고 있지만, 동시에 Batch 성 Oracle Server Process가 구동될 경우 Response time 이 길어지는 경향을 보임.
- ④ 관리유저가 사용하는 Jserver프로세스는 6개가 동시에 시작되지만, 실제로 사용률을 2개의 프로세스에 집중되고 있음.
- ⑤ 전체 프로세스 중 오라클 프로세스의 점유율이 가장 높으며, I/O 지향적인 작업을 하므로 System 전반적인 Load 량이 가장 많이 발생하고 있음.
(평균 : 188.9 세션, Max : 267 세션)

6-1. 데이터베이스 성능분석(INSTANCE)



• Oracle RDBMS 자체의 성능 분석(Ratio-Based Performance Anlysis)

- ① 오라클 인스턴스 메모리 영역(SGA)의 Performance는 Perfect한 상태임. Shared Pool, Buffer Cache Hit %는 99% 이상임.
- ② Rollback Segments Wait % 역시 1% 이하로 DML에 대한 긍정적인 성능상태를 보이고 있음.
- ③ Memory Sort 대비 Disk Sort 비율 역시, 1000:1 이상으로 Memory Sort 가 많은 것으로 분석됨
- ④ 그러나, Redo Log Request에 대한 Wait 횟수는 579로 나타났는데, 이것은 전적으로 오라클 Datafile 과 Redo Log file이 위치한 Disk 영역의 I/O 병목현상 때문에 발생하는 것으로 판단됨.

6-2. 데이터베이스 성능분석(Wait Events)

Event	Waits	Timeouts	Total Wait Time	Avg.wait(ms)	Waits/txn
log file parallel write	2,218,003	3	3,403,017	15	0.9
db file parallel write	153,724	0	1,172,581	76	0.1
control file parallel write	127,586	0	274,640	22	0.1
direct path read	798	0	4,046	51	0
rdbms ipc reply	20	5	2,096	1048	0
latch free	644	565	1,386	22	0
log file single write	266	0	778	29	0
buffer busy waits	9	1	555	617	0
direct path write	798	0	383	5	0
db file scattered read	181	0	209	12	0
control file sequential read	7,549	0	101	0	0
LGWR wait for redo copy	1,556	18	89	1	0
db file sequential read	74	0	61	8	0
enqueue	2	0	38	190	0
file open	3,477	0	35	0	0
log file sequential read	133	0	18	1	0
file identify	268	0	2	0	0

- ① 시스템의 자원부족으로 인하여 latch free의 timeouts이 가장 높게 나타남.(부족한 latch 자원에 대한 심층 분석은 historical data가 누적되지 않아 불가능함.)
- ② Top Waits Events의 경우 Redo Log 및 Data file Write 관련 Events가 상위에 나타나는데, 이 현상 역시, 해당 Physical File이 위치한 Disk Space의 I/O 병목현상에서 기인함.
- ② SQL 튜닝의 효과로 인하여 Full Table Scan (db file scattered read) 는 현격하게 줄어든 것으로 나타남.

6-3. 데이터베이스 성능분석(Top Statistics)

[Instance Activity Stats for DB: Goodus1 Instance]

Statistic	Total	per Second	per Trans
bytes sent via SQL*Net to client	13,049,651,706	33,255.90	5,506.90
bytes received via SQL*Net from c	9,892,608,858	25,210.50	4,174.70
buffer is pinned count	1,003,258,112	2,556.70	423.4
consistent gets	388,587,800	990.3	164
buffer is not pinned count	248,251,020	632.7	104.8
SQL*Net roundtrips to/from client	165,275,939	421.2	69.8
db block gets	55,558,459	141.6	23.5
calls to get snapshot scn: kcmgss	40,719,624	103.8	17.2
CPU used when call started	13,045,187	33.2	5.5
CPU used by this session	13,043,630	33.2	5.5
db block changes	10,887,795	27.8	4.6
enqueue requests	5,261,768	13.4	2.2
enqueue releases	5,261,366	13.4	2.2
commit cleanouts	2,809,477	7.2	1.2
commit cleanouts successfully com	2,808,457	7.2	1.2
calls to kcmgas	2,385,752	6.1	1
deferred (CURRENT) block cleanout	2,326,141	5.9	1
cursor authentications	1,181,724	3	0.5
cluster key scan block gets	825,929	2.1	0.4
background timeouts	660,382	1.7	0.3
cluster key scans	423,058	1.1	0.2

* DataBase 성능에 결정적인 영향을 미치는 특별한 통계정보는 보이지 않음.

6-4. 데이터 파일 I/O 분석(Physical I/O)

Tablespace	Filename	Av Reads	Av Reads/s	Av Rd(ms)	Blks /Rd	Av Writes	Writes/s	Buffer Waits	Av Buf Wt(ms)
GOODUS3_DAT	/user1/GOODUS/goodus3_dat.dbf	396,730	1	6.2	3	148,765	0	1328	70.4
GOODUS3_IDX	/user1/GOODUS/goodus3_idx.dbf	37,506	0	6.6	1	29,198	0	12	90
GOODUS3_TMP	/user1/GOODUS/goodus3_tmp.dbf	22,746	0	103.1	12.4	28,340	0	4	7.5
RBS	/user1/GOODUS/rbs01.dbf	139	0	48.4	1	129,534	0	263	135.3
SYSTEM	/user1/GOODUS/system01.dbf	6,207	0	9.5	1.8	1,818	0	4	7.5
TEMP	/user1/GOODUS/temp01.dbf	188,919	0	237.6	4.7	78,094	0	0	
TOOLS	/user1/GOODUS/tools01.dbf	179	0	17.8	1	180	0	0	
USERS	/user1/GOODUS/users01.dbf	6,137	0	6.4	12.7	21,359	0	0	

- ① 테이블스페이스 별 데이터 파일의 I/O 경향을 분석한 결과 GOODUS3_DAT 유저의 데이터 tablespace에 I/O가 집중되고 있는 것으로 나타났으며, 전체 유저가 Sort 작업을 위하여 사용하는 TEMP tablespace에서도 많은 I/O가 발생하고 있음.
- ② 데이터 파일을 I/O 분산 처리가 가능한 user1 디렉토리(A1000 어레이)로 이전하였으나, A1000 어레이에서 정상적인 성능이 나타나지 않고 있기 때문에(Cache 및 Controller문제) 데이터베이스의 전반적인 I/O Operation은 부정적인 결과를 보이고 있음.
- ③ 따라서, GOODUS3_DAT 및 RBS 영역의 쓰기 작업 시 50ms 이상의 Response Time이 나타나고 있음.

7. WEB Server 성능 분석(TCP 사용량 기준)

Parameter	Value	Parameter	Value
tcpRtoAlgorithm	4	tcpRtoMin	3000
tcpRtoMax	10000	tcpMaxConn	
tcpActiveOpens	49088	tcpPassiveOpens	4483820
tcpAttemptFails	6125	tcpEstabResets	692088
tcpCurrEstab	642	tcpOutSegs	664867656
tcpOutDataSegs	651687574	tcpOutDataBytes	1015133543
tcpRetransSegs	1489653	tcpRetransBytes	845532456
tcpOutAck	12780975	tcpOutAckDelayed	6136519
tcpOutUrg	0	tcpOutWinUpdate	207
tcpOutWinProbe	4707	tcpOutControl	8689471
tcpOutRsts	114249	tcpOutFastRetrans	115875
tcpInSegs	661688788		
tcpInAckSegs	619328104	tcpInAckBytes	1670196123
tcpInDupAck	3057360	tcpInAckUnsent	0
tcpInInorderSegs	583693262	tcpInInorderBytes	3479420894
tcpInUnorderSegs	5493	tcpInUnorderBytes	3800632
tcpInDupSegs	290737	tcpInDupBytes	98284269
tcpInPartDupSegs	226	tcpInPartDupBytes	70238
tcpInPastWinSegs	6379	tcpInPastWinBytes	4181913540
tcpInWinProbe	19	tcpInWinUpdate	3477
tcpInClosed	37541	tcpRttNoUpdate	569109
tcpRttUpdate	615501530	tcpTimRetrans	957356
tcpTimRetransDrop	21481	tcpTimKeepalive	139550
tcpTimKeepaliveProbe	64603	tcpTimKeepaliveDrop	5
tcpListenDrop	201129	tcpListenDropQ0	0
tcpHalfOpenDrop	0	tcpOutSackRetrans	345175

구분	Min	Max	Avg
TCP Connection	232	892	518
Time_Wait	32	332	168
Fin_Wait_2	2	193	93
Oracle Connection	102	342	202

- ① 현재 DB 시스템 1대의 서버(Node)에 웹 서버와 DataBase Server가 동시에 구현된 상황이며, 따라서 TCP Max Connection은 대부분 Web Server로 접속된 httpd 세션으로 판단할 수 있음.
- ② TCP Network 통신 결과 모니터링 기간(Peak Time 10월 16일 : 1일) 동안 1Gb의 TCP Output Data 가 발생한 것으로 나타남.
- ③ TCP Queue 사이즈가 적절하지 못해서 TCP Listen Drop 이 201129 발생함.
- ④ SUN 3500 현재 시스템을 Web Server 단일 용도로 사용할 경우 CPU에 의한 병목현상은 발생하지 않는 것으로 분석되었으나, 교육 Contents가 저장된 /user1 디렉토리(A1000 Array)의 성능 저하로 인하여 I/O 병목현상의 영향을 받는 것으로 분석됨..

8. 성능 분석 결과 및 제안

8.1 전반적인 진단 결과

현재 학사과정 관리시스템의 전반적인 성능 데이터를 분석한 결과 병목현상은 CPU, Disk I/O 분야에서 나타나고 있음. 튜닝 전 성능분석 상태보다는 오히려 CPU 및 Disk I/O 병목현상이 가중되어 나타난 것은 튜닝 전 성능 분석 시, 시스템의 사용량이 수강신청을 제외한 별도의 로드량이 없었기 때문이며, 현 성능 분석 보고서의 모니터링 단계에서는 교육수강과, 시험의 동시 Operation이 발생하는 Peak Time이었기 때문인 것으로 분석됨.

매우 과도한 CPU 병목현상은 Jserver와 Oracle Server Process에 의한 것으로, 현재 시스템 용적(Facility)의 최고 20배, Peak Time 평균 10배 정도의 자원(Resource)을 요구하고 있음. Disk I/O 병목현상은 A1000 디스크 어레이의 Cache Disable 현상과 Controller Dead Status에서 기인한 것으로 판단되며, 실제로 A1000 디스크 어레이가 낼 수 있는 평균 Write 속도(20Mb/s)의 3분의 1 속도(6~7Mb/s)를 나타내고 있음.

8.2 시스템의 성능 향상을 위한 제안

1. 순간적인 CPU 자원의 병목 통제(Control)

현재 시스템 성능상태에서 안정적인 운용을 하기 위해서는 OLTP성 업무(접수, 과정이수, 평가)가 진행되고 있는 동안 Batch성 Job이 병행하여 실행되는 것을 원천적으로 막아야 함. 실제로 Batch성 Job처럼 시스템 자원을 독점적으로 사용하는 동안에는 정상적인 OLTP업무들이 리소스를 할당 받지 못하여 느려지게 됨.

(실제로 정상적인 경우 1.30초 걸리던 SQL문장이 Batch Job(설문 결과 분석)을 실행시키자 3.2초로 느려지는 현상이 발생함.) 따라서, 업무성격을 명확히 분류하여 Batch성 Job과 OLTP성 Job의 실행 시간대를 분리할 필요가 있음.

2. A1000 디스크 어레이의 복구.

문제가 되고 있는 A1000 디스크 어레이는 캐쉬 메모리, 캐쉬 메모리 Battery, Disk Controller의 세 가지 Components를 분석하여 완벽한 상태로 복구하여야 만 초당 20Mb 를 Write할 수 있는 원래의 성능을 회복할 수 있음. (현재는 Array Controller와 캐쉬 메모리를 사용하지 못하고 있기 때문에 Disk에 Direct로 Write 하고 있는 상태임. 따라서 Internal Disk Writer속도(12Mb/s)보다 늦은 상태를 나타내고 있음.)

전반적인 분석 결과 2005년 10월에 신규 장비가 도입될 때까지 현재의 과정관리 시스템으로 20,000명의 동시 접수 및 평가를 실시할 수는 없는 상황이며, 따라서, 과정의 분할 진행 등의 조치를 취하여야 하는 상황임.