

반도체 공정에서 인 메모리 데이터 그리드를 이용한 고속의 빅데이터 처리 시스템 구현

Implementation of High Speed Big Data Processing System using In Memory Data Grid in Semiconductor Process

박종범*	이방원**	김성중***
(Jong-Beom Park)	(Alex Lee)	(Tony Kim)
(Hanyang Women's Univ.)	(NEXTORM co., Ltd.)	(NEXTORM co., Ltd.)

요약

최근 하드웨어와 소프트웨어의 발전으로 데이터의 처리 용량과 처리 속도도 급속하게 증가하고 있다. 이로 인한 데이터 사용량은 기하급수적으로 증가하고 있으며, 이미 컴퓨터가 처리해야 하는 자료는 초당 5천 트랜잭션을 넘었다. 이처럼 빅데이터가 중요한 이유는 실시간 때문이며, 이는 어떠한 상황에서도 모든 데이터를 분석하여 정확한 데이터를 적시에 얻을 수 있기 때문이다. 또한, 빅데이터를 활용한 스마트 공장을 만들면 개발 및 생산비용, 품질관리 비용 감소효과가 있을 것으로 예상하고 많은 연구가 수행되고 있다.

본 논문에서는 많은 데이터들이 발생하는 반도체 공정에서 고속의 빅데이터 처리를 위한 인-메모리 데이터 그리드를 이용한 시스템을 구현하였으며, 실험을 통해 향상된 성능을 입증하였다. 구현한 시스템은 반도체 뿐 만 아니라 빅데이터를 사용하는 모든 부분에서 응용 가능 할 것으로 판단된다.

핵심어 : 빅데이터, 인 메모리 컴퓨팅, 인 메모리 데이터 그리드, 데이터베이스관리시스템, 폐영역 회수

ABSTRACT

Data processing capacity and speed are rapidly increasing due to the development of hardware and software in recent time. As a result, data usage is geometrically increasing and the amount of data which computers have to process has already exceeded five-thousand transaction per second. That is, the importance of Big Data is due to its 'real-time' and this makes it possible to analyze all the data in order to obtain accurate data at right time under any circumstances. Moreover, there are many researches about this as construction of smart factory with the application of Big Data is expected to have reduction in development, production, and quality management cost.

In this paper, system using In-Memory Data Grid for high speed processing is implemented in semiconductor process which numerous data occur and improved performance is proven with experiments. Implemented system is expected to be possible to apply on not only the semiconductor but also any fields using Big Data and further researches will be made for possible application on other fields.

Key words : Big Data, In Memory Computing, In Memory Data Grid(IMDG), Data Base Management System(DBMS), Garbage Collection

† 본 논문은 한국ITS학회 2016년도 춘계학술대회에 발표되었던 우수논문을 수정·보완하여 작성하였습니다.

* 주저자 및 교신저자 : 한양여자대학교 정보경영과 교수

** 공저자 : ㈜넥스톱 연구소장

*** 공저자 : ㈜넥스톱 대표이사

† Corresponding author : Alex Lee(NEXTORM co., Ltd), E-mail bwlee@nextorm.com

† Received 31 May 2016 ; reviewed 27 June 2016; Accepted 22 July 2016

I. 서 론

최근 컴퓨터의 하드웨어와 소프트웨어의 급속한 발전으로 데이터의 처리 용량과 처리 요구 속도는 급속히 발전하고 있다. 또한, 전 세계 사람들이 사용하는 사물 인터넷(IoT), 모바일, 전자 상거래, 온라인 게임 등으로 데이터는 기하급수적으로 증가하고 있다[1]. 이러한 빅 데이터에서 컴퓨터가 처리해야 하는 자료는 이미 초당 5천 트랜잭션을 넘었으며, 데이터를 손실 없이 제공하는 문제로 인-메모리 컴퓨팅에 관한 연구가 많이 진행 되고 있다[2].

빅 데이터가 중요한 이유는 ‘실시간’ 때문이며, 이는 어떠한 상황에서도 모든 데이터를 분석하여 정확한 데이터를 적시에 얻는 것이다[3]. 특히 반도체 제조 공정에서 발생하는 데이터의 양과 수집 주기 및 데이터의 형태에 대한 다양성은 빅 데이터의 특성인 Velocity, Volume, Variety를 모두 요구하고 있어서, 빅 데이터기술에 대한 관심도 높아지고 있는 것이 현실이다[4, 5]. 반도체 제조 공정에서 중요한 요구사항은 데이터의 유실 없이 실시간의 고속 데이터를 이용한 분석이지만, 이 부분의 가장 큰 걸림돌은 리소스(프로세스 메모리) Garbage Collection(GC)에 대한 제약부분이다[6, 7]. 이를 해결하기 위해 방법의 하나는 인-메모리 컴퓨팅은 어플리케이션 운영을 위한 데이터를 다수의 분산된 메인 메모리영역에 상주시켜 운영하는 것이다. 즉, 메인 메모리영역을 연산 뿐 만 아니라 저장을 위한 공간으로도 이용하는 것이다[8].

본 논문에서는 인 메모리 데이터 그리드(In Memory Data Grid, IMDG)를 이용하여 리소스의 제약을 고려한 고속의 빅 데이터 처리를 위한 인-메모리 데이터 그리드를 이용한 시스템 구조를 구현하였으며, 실험을 통해 향상된 성능을 입증하였다. 구현한 시스템은 반도체 공정뿐만 아니라, 고속의 다량, 다형의 데이터 수집 및 무손실 데이터를 요구하는 모든 부분에서 응용 가능 할 것으로 생각된다. 또한, 사람의 안전과 관련된 무인 자동차 시대에 데이터 손실로 인한 안전사고 및 사망사고 예방과 분석에

이용할 수 있을 것으로 예상하며, 추후에 타 분야에도 적용할 수 있도록 연구수행을 할 것이다.

II. 인 메모리 컴퓨팅 개요

인-메모리 컴퓨팅(In Memory Computing, IMC)은 가트너 10대 기술(2012 ~ 2013)로 선정될 정도로 많은 관심과 연구가 진행되고 있다. IMC 기술은 디스크 기반 스토리지에 안에 존재하는 데이터를 메인 메모리로 옮겨 처리하는 기술로 디스크 기반 방식에 비해 몇 배에 달하는 속도 개선 효과를 가져왔다[9]. 이와 같은 속도 개선 효과로 실시간 데이터 처리 기술에 활용 가능성을 높게 보고 있기 때문에 디스크 기반의 데이터 저장 영역보다 훨씬 빠른 속도의 데이터 저장 및 전달 체계를 갖출 수 있는 인-메모리 영역에 많은 기업들이 관심 있게 지켜보고 적용해 오고 있다. IMC와 일반 메모리를 비교했을 때 입출력 속도 차이는 실제 10만 배 이상 차이가 나고 있으며, 메인 메모리에 대용량 데이터를 저장해 처리함으로써 처리 속도도 그만큼 빨라지는 것이다.

IMC는 2000년대 초반 기업에 도입되기 시작하였으나 비싼 메모리 가격과 모든 데이터를 메모리에 올려서 처리해야 할 정도로 빠른 처리가 필요한 비즈니스 어플리케이션 수요가 많지 않아 큰 관심을 받지 못했다. 그러나 최근 빅 데이터가 이슈화되면서 하드디스크 기반 DBMS에서 데이터 처리를 위해 메모리로 이동시키는 양이 많아지고, 주기 또한 빨라짐에 따라 기존 DBMS로는 적시에 빅 데이터를 처리하는데 한계를 드러냈다. 그리고 가장 큰 이유는 하드웨어의 가격이 이전보다 저렴해졌기 때문이다. 이전 컴퓨터에서 사용되는 하드웨어 장비들의 가격은 고가였지만 요즘은 저렴한 가격에 훌륭한 성능을 가진 하드웨어를 쉽게 구입할 수 있어 인-메모리가 많은 관심을 받고 있는 것이다. 또한 부가적으로 실시간 데이터를 처리하는 서비스와 기술들이 늘어난 이유도 있다[5].

IMC 주요 하드웨어 기술은 D램, 플래시 메모리, SSD(solid state drive) 등이 있으며, 소프트웨어 기술

은 In Memory DBMS, In Memory Data Grid 와 같이 직접 메모리에 있는 데이터를 관리하여 부담을 덜어주는 In Memory 데이터 관리기술 또는 어플리케이션에서 직접 메모리 통신을 통해 메시지를 교환할 수 있는 메커니즘을 제공하는 In Memory Messaging 영역, In Memory 분석, 이벤트 처리와 같은 어플리케이션 플랫폼, In Memory 데이터 관리 기술 또는 In Memory Messaging을 이용해 구축하는 어플리케이션 영역 등이 있다[8].

III. 반도체 공정에의 어플리케이션 리소스 한계

반도체 제조 공정에서는 장비의 공정 상태를 실시간으로 확인하기 위해 트레이스 데이터라고 하는 장비 파라메타 데이터를 주기적으로 수집한다[7]. 이에 대한 주기는 주로 1초에서 0.1초로 정의하게 되고, 장비의 Chamber 당 약 50 ~ 100여개의 파라메타를 설정하여 데이터를 수신한다. 이렇게 수신된 트레이스 데이터를 이용하여 제조 과정이 정상적으로 수행되고 있는지를 모니터링하고, 이상 발생 시 인타락을 발생시킨다. 반도체 제조 공정에서 발생하는 데이터의 양을 일반적인 관점에서 예측한 양은 <Table 1>부터 <Table 3>과 같다.

<Table 1> Trace analysis
(Parameter : 50 EA / Interval : 1 sec)

Equip ment EA	Cha mber EA	Acquisition Period(Time)	Acquisition Frequency	Message Size(Byte)	total data (T Byte)
1000	4	1	1	256	3
1000	4	12	1	256	34
1000	4	24	1	256	67

<Table 2> Trace analysis
(Parameter : 100 EA / Interval : 1 sec)

Equip ment EA	Cha mber EA	Acquisition Period(Time)	Acquisition Frequency	Message Size(Byte)	total data (T Byte)
1000	4	1	1	512	11
1000	4	12	1	512	134
1000	4	24	1	512	268

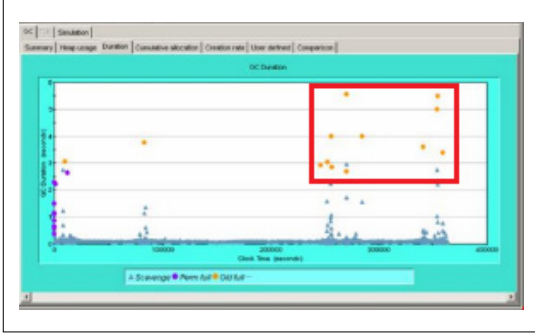
<Table 3> Trace analysis
(Parameter : 100 EA / Interval : 0.1 sec)

Equip ment EA	Cha mber EA	Acquisition Period(Time)	Acquisition Frequency	Message Size(Byte)	total data (T Byte)
1000	4	1	1	512	112
1000	4	12	1	512	1341
1000	4	24	1	512	2682

<Table 1> ~ <Table 3>은 반도체 제조 공정의 1 Fab에 1000대의 생산 장비가 있고, 각 장비 당 4개의 프로세스 Chamber가 있다는 가정 하에 어느 정도의 데이터가 발생되는지를 임의로 계산한 것이다. 즉 <Table 1>은 50개의 파라메타를 매 1초마다 수신할 경우, 1시간동안 수신되는 데이터의 총량은 약 3T Byte가 된다. <Table 2>는 파라메타 100개를 <Table 1>과 같은 조건으로 1시간 수신하면 134T Byte가 된다. <Table 3>은 <Table 2>와 같은 조건에서 0.1초 간격으로 수신하면 1,341T Byte라는 빅데이터가 발생된다는 것이다. 여기서 중요한 것은 이와 같이 발생하는 다량의 고속 데이터를 수신해서 다양한 비즈니스 로직을 처리해야 하는 어플리케이션에서는 지속적으로 유입되는 파라메타 값을 비롯하여, 어플리케이션 내부적으로 저장 관리해야 하는 정보가 존재하기 때문에 어플리케이션 내부적인 메모리 사용량이 상당히 높아지게 된다. 이러한 메모리의 사용은 과도한 GC를 초래하게 되고 Full GC가 발생할 경우, Stop-World가 발생하게 된다. Stop-World의 발생은 어플리케이션의 성능 저하를 초래하게 되고, Out Of Memory(OOM) 발생 가능성 또한 높아지게 된다. 여기서, Stop -World라 함은 JVM(Java Virtual Machine, JVM)이 Heap의 Old 영역에 존재하는 가비지 데이터를 정리하기 위해 JVM상의 모든 스레드를 정지시키는 상태를 말하며, 이 상태에서 어플리케이션은 아무 동작을 하지 않고 멈춰있게 된다.

<Fig. 1>에 사각형으로 표시한 부분은 Full GC 발생 되는 시점으로 Y축은 GC로 인한 지연 시간을 나타내고 있다. 해당 시간동안에는 프로세스 자체가 정지하게 되어 어플리케이션 프로세스 성능 자체를 저하 시킨다. 이와 같은 한계는 반도체 제조

공정에서 발생하는 정밀 데이터 수집 및 분석의 장애가 되고 있으며 이에 대한 해결 방안에 대한 연구도 지속적으로 진행되고 있다.



〈Fig. 1〉 Full GC Duration

IV. IMDG를 이용해 구현한 시스템

본 장에서는 고속, 대용량의 데이터에서 데이터의 손실 없는 데이터 무손실 기법과 구현한 고속의 빅데이터 처리시스템 구조에 대해서 소개하고자 한다.

1. IMDG를 이용한 무 손실 기법 제안

본 논문을 통해 제시한 무 손실 어플리케이션 시스템은 크게 데이터 수신 및 고속 데이터 처리 영역, IMDG 영역, 비즈니스 로직 처리 영역으로 구성되며, 각 영역은 별도의 프로세스로 구동되는 형태이다. 각 영역의 주요 특징은 아래와 같다.

1) 데이터 수신 및 고속 데이터 처리 영역

- 고속 데이터 수신 후 실시간 통계 처리 (Min/Max, Avg, STD, Median etc)
- 다형의 데이터에 대한 Parsing
- DB접속 안함(정보는 IMDG를 통해 얻음)
- 일정량의 데이터 수신 후, 수신 데이터를 IMDG에 저장

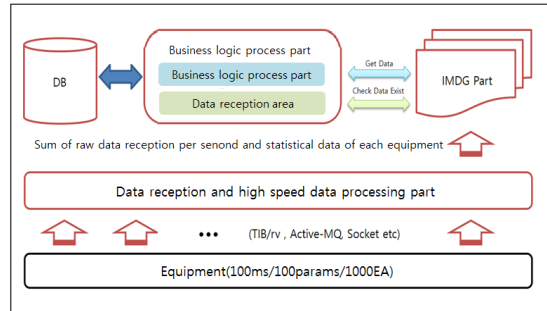
2) IMDG 영역(데이터 임의 저장 관리 영역)

- 특정 Key를 기준으로 저장 영역 관리
- 저장 정보에 대한 복제(Backup Node 구성)

- 기준 정보 저장 관리
- 장비 발생 파라메타 메시지 관리

3) 비즈니스 로직 처리 영역

- 수신 데이터의 DB저장 및 비즈니스 로직
- UI Interface 담당



〈Fig. 2〉 Proposed Lossless Structure

실시간의 고속 데이터를 처리하는 영역(데이터 수신 및 고속 데이터 처리 영역)에서는 DB접속과 같이 많은 리소스를 사용하는 과정을 제거하고, 실시간 데이터의 처리에만 집중한다. 비즈니스 로직 영역은 IMDG 영역에 저장된 데이터를 확인하여 메시지를 처리하게 된다. <Fig. 2>는 본 논문에서 제시하는 무 손실 어플리케이션 시스템 구조를 보여주고 있다.

위의 구조에서 비즈니스 로직 처리 영역의 데이터 수신 영역에서는 특정 키(장비 ID)에 해당하는 메시지의 존재 유무만을 판단하고, 특정 장비로부터 수신된 장비 관련 메시지를 특정키 값을 이용하여 압축하고, 만일 특정 장비의 메시지가 있을 경우, 해당 장비의 비즈니스 로직을 처리하기 위한 스레드로 이를 알리는 역할만을 담당 한다. 실제 비즈니스 로직을 처리하는 영역은 특정 키 별로 멀티스레드로 구현되며, 이 기능은 동시에 여러 메시지를 압축 해제 및 처리할 수도 있고, 만일 해당 어플리케이션이 장애로 종료되더라도, 처리 안 된 키값에 해당하는 메시지는 IMDG에 존재하게 된다. 이에 따라, DB는 어플리케이션 서버가 다운되더라도 중요한 메시지는 유실되지 않게 할 수 있게 되며,

IMDG를 이용함으로써 처리 속도도 향상시킬 수 있게 된다. 이와 같은 구조를 통해 얻을 수 있는 장점을 정리하면 아래와 같다.

- 고속 데이터의 실시간 처리 가능
- IMDG에 기준성 정보 및 장비 파라메타 정보를 저장 관리함으로써, 어플리케이션의 메모리 리소스 사용량 감소
- Full GC 횟수 및 Duration 감소(Stop-World)
- 어플리케이션 성능 향상(GC 감소)
- IMDG의 사용을 통해 메시지 유실 최소화

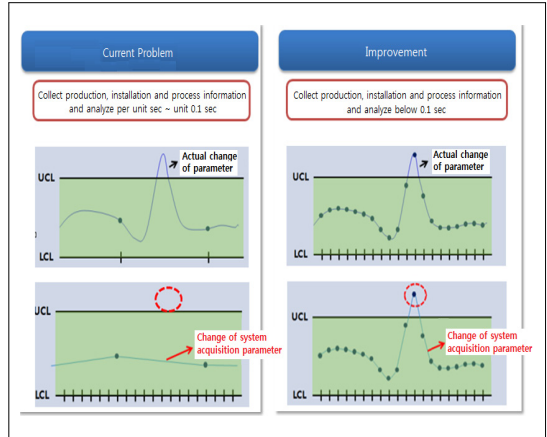
2. IMDG를 이용한 고속의 빅데이터 처리시스템 구조

반도체 제조 공정에서는 SECS(Semiconductor Equipment Communications Standard)나 EDA(Equipment Data Acquisition) 인터페이스를 통해 1 초 ~ 0.1 초 단위의 반도체 장비 센서 데이터를 수집하여 제조 공정의 문제점, Spec In/Out을 check 및 분석하고 있다. 그러나 반도체 기술의 발달로 제조 공정이 고도화, 정밀화됨에 따라 0.1 초 이하의 장비 센서 데이터에 대한 실시간 분석이 필요하게 되었다.

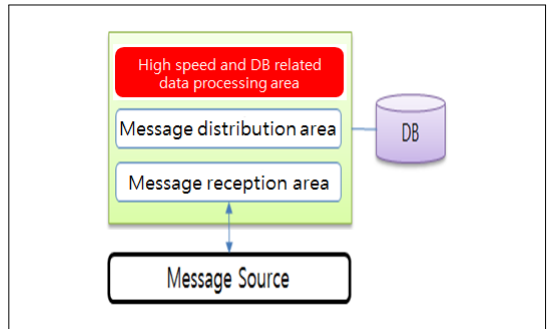
생산중인 wafer에 결함이 발생하였을 때, 그 결함의 정확한 원인 분석을 위해 0.1초 이하 단위의 데이터를 수집 및 분석해야 하는 경우, 현재 적용되어 있는 시스템의 구조 및 데이터 처리 방식으로는 반도체의 요구사항을 충족시키지 못하고 있으며, 이에 대한 개선 요구 또한 지속적으로 발생되고 있다.

<Fig. 3>은 현재 문제점과 고속 데이터를 적용하여 개선할 수 있는 방안에 대해 설명한 것이다. 또한 반도체 생산 과정에서 발생하는 대용량의 데이터를 실시간으로 분석하여 장비의 상태를 파악하고, 공정 결과를 바탕으로 품질이 우수한 장비로 작업을 우선 할당하도록 하며, 유지보수가 필요한 생산 장비를 조기에 진단하여 장비의 Down Time을 최소화하기 위해서는 이러한 데이터를 더욱 세밀하게 고속으로 수집, 처리하는 방안이 요구되고 있다.

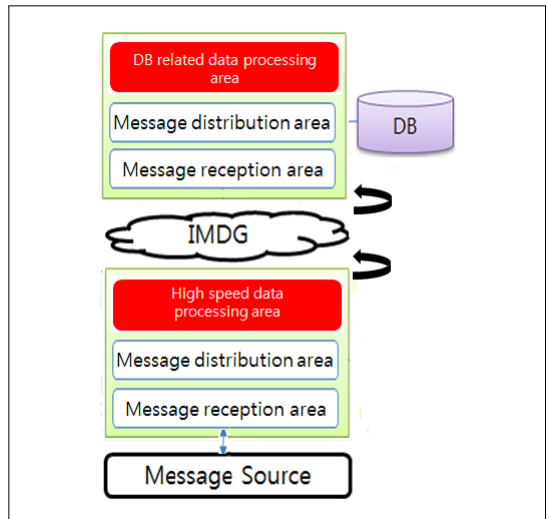
<Fig. 4>은 기존에 있던 반도체 생산 공정에서의 고속의 빅 데이터 처리시스템 구조를 보여주고 있다.



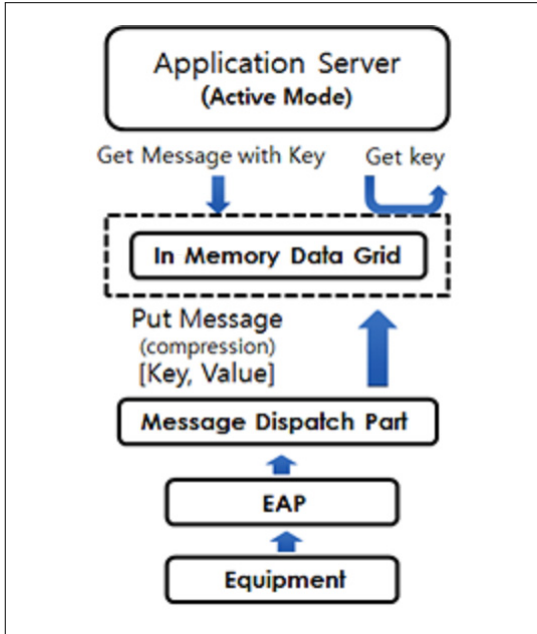
<Fig. 3> Problem of High Speed Data and Improvement



<Fig. 4> Existing High Speed Big Data Processing System



<Fig. 5> Implemented High Speed Big Data Processing System



<Fig. 6> Block Diagram using IMDG

<Fig. 5>는 제안한 IMDG를 이용한 고속의 빅 데이터 처리시스템 구조를 나타내고 있다. <Fig. 6>는 IMDG를 이용한 블록 다이어그램을 보여주고 있고, 간략한 추가 설명은 아래와 같다.

EAP는 장비를 자동화하기 위한 프로그램으로, 장비에서 발생된 메시지를 자동으로 전송하게 해주는 기능을 수행하며, 메시지 디스패치부의 기능은 수신된 메시지를 일정 순서에 따라 차례대로 디스패치(dispatch)한다. 디스패치 의미는 메시지의 순차적인 처리를 위해 작업 또는 태스크에 수신된 순서에 따라 메시지를 전달해 주는 것을 의미한다. 좀 더 정확하게 설명하면 메시지와 관련된 장비 정보 및 영역 정보를 기준으로 임의의 키 값을 생성하며, 이 키 값은 장비별, 메시지 별로 영역, 장비 명을 기준으로 생성되는 장비별 컨텍스트(context) 항목 별로 유일한 값이 되도록 하였다.

인-메모리 데이터 그리드는 데이터가 분산되어 여러 서버에 저장되고, 각 서버는 활성화된 상태로 운영되며, 데이터 모델은 주로 직렬화(serialized)된 객체지향이며 필요여부에 따라 서버를 증감할 수 있으며, 테이블과 같은 전통적인 데이터베이스와는

다른 형태를 가진다는 특징이 있다. 즉, 인-메모리 데이터 그리드는 분산 된 다수의 메인 메모리에 데이터를 저장하기 위해 고안되었으며 확장성을 보장하며 객체를 바로 저장할 수 있게 구현하였다.

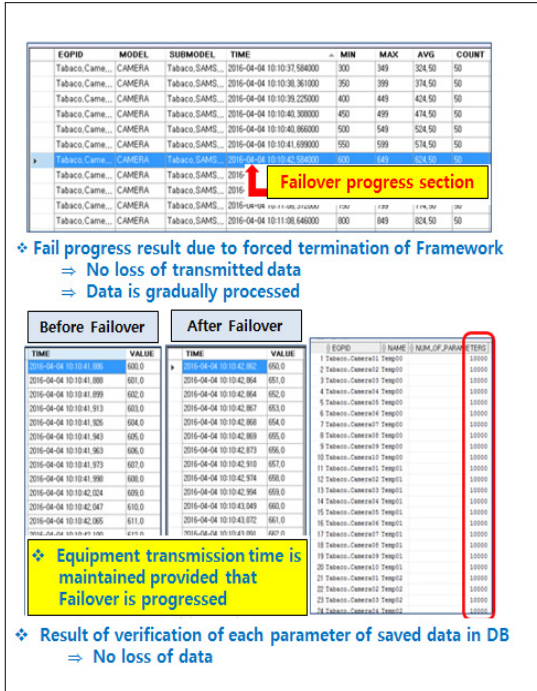
애플리케이션 서버는 액티브 모드로 동작하고, 애플리케이션 서버를 감시 할 수 있는 감시 프로세스를 이용하여 상호간의 동작 상태를 모니터링 하도록 한다. 이는 어느 한 서버에 장애가 발생하더라도 다른 서버가 커버해줄 수 있고, 애플리케이션 서버에 장애가 발생되더라도 관련 메시지는 인 메모리부에 그대로 저장되어 있기 때문에 메시지의 유실이 발생하지 않게 된다. 즉, 장비에서 발생한 메시지를 키 값과 압축된 형태의 메시지로 인 메모리부에 저장하고, 애플리케이션 서버로는 키 값만을 전송한 후, 키 값에 대한 로직 처리가 필요할 경우, 키 값을 기준으로 인 메모리로부터 압축된 메시지를 가져오게 하는 것이다.

V. 시험 결과

시험결과 기술은 데이터 무 손실 기법 시험결과와 무 손실 기법을 이용해 구현한 고속의 빅데이터 처리시스템 구조 시험 결과 순으로 기술한다.

1. 데이터 무 손실 기법 시험 결과

시험 조건은 Desktop 1대 안에 Framework을 Active와 Standby 2개로 구동하고, 가상 EQP 메시지를 전송, 구동중인 Active Framework를 강제 종료하고, Standby Framework Active로 자동 전환되어 유실되는 데이터들이 있는지를 살펴보았다. 또한, 장비조건은 10대의장비와 장비 별 Parameter 100개, 전송 간격은 10ms로 수행하였다. 메시지 시험 전송 시 1개의 메시지 크기는 938 bytes이고, 초당 10개의 장비이므로 크기는 0.894 Mbytes로 1시간이면 3.14 Gbytes 로 고속의 대용량 자료가 전송되도록 하였다. <Fig. 7>은 데이터 무 손실 기법 시험결과를 보여주고 있다. 결과는 Framework 강제 종료 시 전송 자료의 유실이 없으며, 또한 Parameter 별 DB에 저장된 정보 확인 결과도 자료의 유실이 없음을 알 수 있었다.



(Fig. 7) Result for Functional Verification Test

2. 고속의 빅데이터 처리 시스템 시험 결과

시험 조건은 Desktop 1대는 가상머신(vmware)으로 사용하고, OS는 windows 10 64bit, CPU i5(4 Core), Memory 16G 사용하였다. OS 2는 Linux Cent-OS 64bit, CUP i5(2 Core), Memory 8G를 구성하였다. 메시지 전송은 무 손실 기법 시험 조건과 같게 하였다. 다음 장에 있는 그림을 참조하면, <Fig. 8>은 고속의 빅데이터 처리 시스템 기능 검증시험 구성도를 보여주고 있고, <Fig. 9>에서 나타난 결과처럼 data cache와 transaction 시간은 초기부터 안정적으로 유지되었고, DB도 초기 이후 점차 안정됨을 알 수 있다. 또한, 수신 자료도 순차 처리와 자료 유실 없이 DB에 저장되는 것을 알 수 있었다.

<Table 4>는 EES(Equipment Engineering Solution) 어플리케이션의 일반적인 구조로 기존시스템과 제안시스템의 성능 향상을 비교한 결과이다. 약 30%의 성능 향상을 예상할 수 있었다.

(Table 4) Performance Comparison of EES Application between Existing System and Proposed System

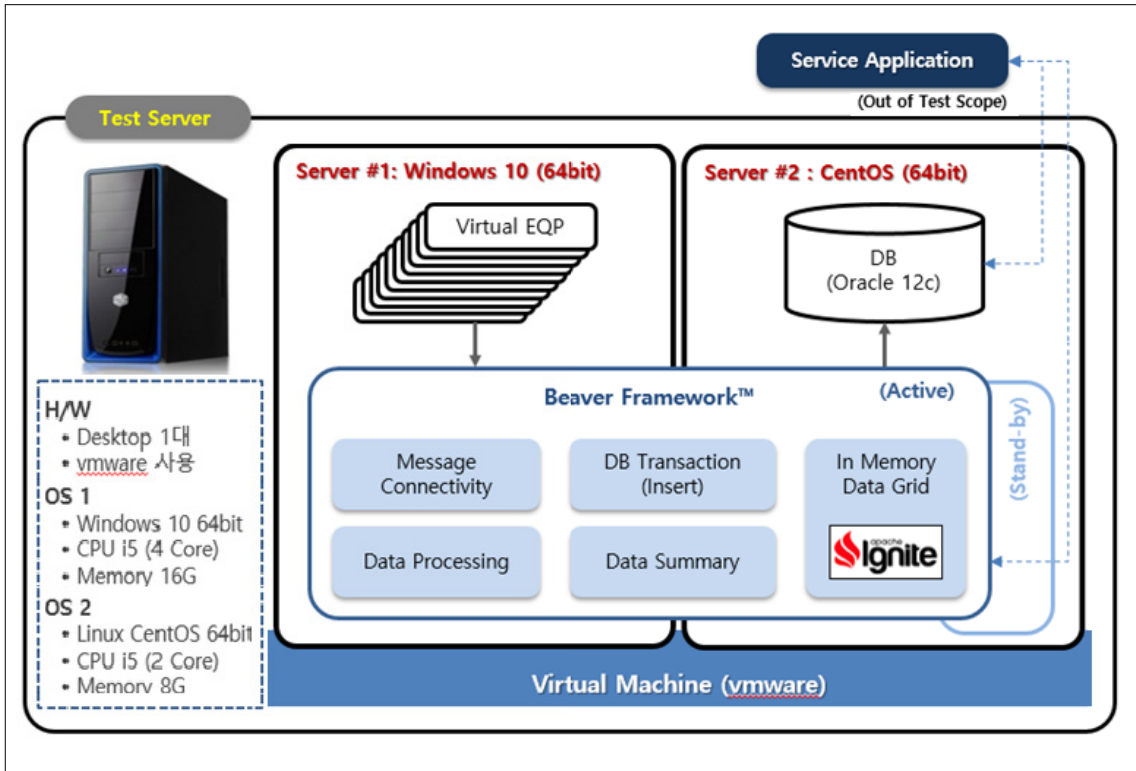
	Message EA	Analysis Time(ms)	User's Logis(ms)	Processing Time(Hour)
Existing System	100,000	10	30	8.33
Proposed System	101,000	10	30	5.84

VI. 결 론

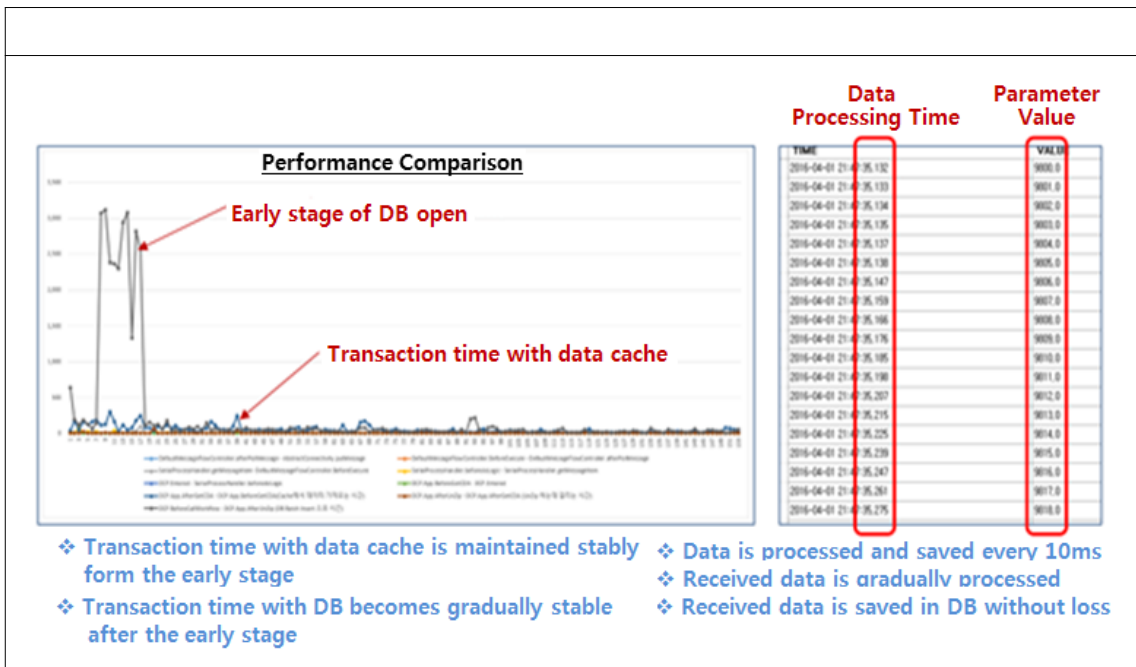
논문에서 첫 번째 시험한 데이터 무 손실 기법 시험 결과에서 고속의 빅데이터를 유실 없이 효과적으로 처리하는 것을 시험으로 제시하였다. 또한 고속의 빅 데이터로 인해 발생할 수 있는 서버 애플리케이션의 OOM의 발생 가능성을 줄이고, 애플리케이션 서버에 장애가 발생되더라도 데이터 유실을 최소화할 수 있다. 두 번째로 시험한 고속 빅데이터 처리 시스템 시험 결과에서는 반도체 제조 공정에서 발생하는 고속의 다양한 형태의 빅데이터를 유실 없이 처리하기 위한 방안으로 IMDG를 활용한 시스템 구조 및 데이터 처리에 대하여 기존 시스템 보다는 더 많은 자료를 유실 없이 약 30% 향상된 성능을 보였다. 두 가지 시험으로 향상된 효과를 간단하게 기술하면 아래와 같다.

- 고속 데이터 처리 능력 확보 가능
- 대용량 데이터 처리 능력 확보 가능
- 데이터 유실 최소화
- OOM 발생 가능성 최소화

본 논문을 통한 시험으로 검증은 완료되었다고 생각되며, 이러한 기술은 반도체 제조 공정뿐 만 아니라, 고속의 다양한 형태의 데이터를 손실 없이 처리하기 원하는 모든 빅데이터 산업 군에 적용 가능할 것이라 예상된다. 또한 추가적으로 극복해야 할 제약사항은 IMDG와의 Interface 속도, IMDG Transaction 처리를 위한 지연 발생, IMDG를 이용함으로써 발생하는 어플리케이션 성능 영향 최소화 방안과 설비(sensor) 데이터를 수신하는 로직의 안정화이다. 이러한 제약은 추가적인 연구와 실험을 통하여 해결할 수 있을 것으로 생각된다.



(Fig. 8) Block Diagram of Functional Verification Test for High Speed Big data Processing System



(Fig. 9) Block Diagram of Functional Verification Test for High Speed Big data Processing System

REFERENCES

- [1] Lee S. H.(2012), "Utilization of big data," *Journal of Advanced Information Technology and Convergence*, vol. 10, no. 3, pp.51-54.
- [2] Lee H. S., Lee M. Y., Kim C. S. and Heo S. J.(2013), "Trends of In-Memory Database Management System Technology," *2013 Electronics and Telecommunications Trends*, pp.33-41.
- [3] Pezzini M., Claunch C and Unsworth J.(2012), "Top 10 Strategic Technology Trends : In Memory Computing," *Gartner*.
- [4] Ahn C. W. and Hwang S. K.(2012), "Big Data Technology and Main Issue," *Journal of Communications of KIISE*, vol. 30, no. 6, pp.10-17.
- [5] IDC.(2012), "Worldwide Big Data Technology and Service 2012-2015 Forecast," *IDC2012*.
- [6] Park J. B., Lee A. and Kim T.(2016), "Proposal for High Speed Big Data Processing System Structure using In Memory Data Grid in Semiconductor Process," *Journal of The 2016 Korea Institute of Intelligent Transport Systems Conference*, pp.335-337.
- [7] Park J. B., Lee A. and Kim T.(2016), "A Study on High Speed Big Data Loseless Scheme of Semiconductor Process using In Memory Data Grid," *Journal of The 2016 Korea Institute of Intelligent Transport Systems Conference*, pp.338-340.
- [8] Pezzini M.(2011), "Net IT Out : In-Memory Computing - Thinking the Unthinkable Applications," *Gartner Symposium 2011*.
- [9] Mckinsey Global Institute.(2011), "Big Data : The next frontier for innovation, competition and productivity," *Mckinsey&Company Report*.

저자소개



박 종 범(Park, Jong-Beom)

2001년 광운대학교 제어계측공학 박사

2002년~현재 : 한양여자대학교 정보경영과 교수

2010년~현재 : ITS 학회 상임이사

1991년 12월~2002년 2월 : 한국전력공사 전력연구원 선임연구원

e-mail : jbpark@hywom.ac.kr



이 방 원(Lee, Alex)

2016년 1월~현재 : (주)넥스톰 - 이사(연구소장)

2001년 10월~2015년 7월 : (주)비스텔 이사(제품 개발팀장)

1998년 10월~2001년 9월 : (주)선양테크 자동제어부 대리

1996년 7월~1998년 7월 : (주)일신계전 제품 개발부 주임

1993년 3월~1998년 2월 : 서울 과학 기술 대학교(제어계측 공학전공)

e-mail : bwlee@nextorm.com



김 성 중(Kim, Tony)

2015년 6월~현재 : (주)넥스톰 대표이사

2002년 4월~2015년 5월 : (주)비스텔 제품개발총괄 이사

1996년 2월~2002년 3월 : (주)하이닉스반도체 생산자동화팀 대리(현 SK하이닉스)

1989년 3월~1996년 2월 : 아주대학교 공학사(기계공학전공)

e-mail : tonykim@nextorm.com