

XMDR을 이용한 분산 DB의 동기화 에이전트

국 윤 규[†] · 정 계 동^{**} · 최 영 근^{***}

요 약

본 논문에서는 분산되어 있는 데이터의 상호운용성을 보장하기 위하여 XMDR(XML Metadata Registry)을 제안하고, 이를 이용한 데이터 동기화 에이전트 시스템에 대하여 기술한다. XMDR은 데이터의 공유 및 교환에 있어 데이터 이질성 문제를 해결하기 위하여 사용된다. 데이터 이질성은 주로 동일한 정보에 대하여 서로 다르게 정의하거나 표현이 불일치되어 발생한다. 따라서 MDR 명세를 바탕으로 동기화 하려는 데이터 요소들을 분석하고, 이를 바탕으로 XML로 정의한 XMDR을 이용하여 해결할 수 있다. 본 논문에서 제안한 동기화 에이전트 시스템은 분산 데이터의 동기화 진행에 있어서, 데이터 상호운용을 위한 XMDR을 이용하여 데이터 이질성을 해결할 수 있으며, 또한 시스템 수와 동기화 요청빈도수 증가에 따른 에러 빈도수 감소를 통해 보다 신뢰성 있는 동기화 에이전트를 제공한다.

A Synchronizing Agent in Distributed Database using XMDR

Youn-Gyou Kook[†] · Gye-Dong Jung^{**} · Yung-Geun Choi^{***}

ABSTRACT

In this paper, we propose XMDR(XML Metadata Registry) to guarantee the interoperability of data in distributed database, and describe a data synchronizing agent system using it. The proposal of XMDR is to solve the data heterogeneity problem in the sharing and exchanging data. Data heterogeneity problem is generated by different definition or mismatching expression of the same information. Therefore, we define XMDR with XML document by analyzing data elements based on MDR specification. The proposed synchronizing agent system using XMDR not only solves data heterogeneity for data interoperability in synchronizing data but also provides more efficient the agent system by offering errors of low frequency in the number of systems and requests of synchronizing data.

키워드 : MDR(Metdadata Registry), XML, 동기화에이전트(Synchronizing Agent), 분산데이터베이스(Distributed Database), 분산시스템(Distributed System)

1. 서 론

인터넷과 e-비즈니스 솔루션간의 상호운용성을 위한 정보 공유 필요성이 확대되어 감에 따라 분산된 데이터들의 동기화와 이에 따른 동기화 데이터들의 의미 이질성 해결을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 분산 환경은 이질적인 시스템으로 구성되어 분산 운용되는 플랫폼에 독립적이고, 데이터 갱신과 삭제에 따른 자율성이 보장되어야 하며, 분산 환경에 따른 네트워크 문제 등을 고려해야 한다. 이러한 문제점들은 이동에이전트를 이용하여 해결할 수 있다[1, 8, 10]. 또한 데이터 동기화를 진행하면서 가질 수 있는 데이터베이스의 의미 이질성을 해결해야 한다. 의미 이질성은 스키마 이질성과 데이터 이질성으로 분류된다. 스키마 이질성은 주로 동일한 정보에 대해

다른 구조를 사용하고, 동일한 구조에 대해 서로 다른 개체명이나 속성명을 사용함으로써 발생한다. 데이터 이질성은 동일한 개념의 데이터에 대한 표현의 불일치로 발생한다[4, 9, 20].

따라서 본 논문에서는 분산된 데이터들의 상호운용성을 위한 분산 데이터베이스의 동기화 에이전트 시스템에 대하여 기술한다. 동기화 에이전트 시스템은 분산 환경에 따른 문제점을 고려하여 이동에이전트를 이용하고, 데이터의 이질성을 해결하기 위하여 XMDR(XML Metadata Registry)을 이용한다. XMDR은 웹 표준문서인 XML과 데이터 통합 표준인 MDR을 이용하여 정의한다. 먼저 분산된 데이터들의 상호운용을 위하여 MDR을 설계한 후, 각 지역 데이터들과 MDR의 연관성에 따라 XML을 이용한 XMDR을 정의한다. XMDR은 각 지역 동기화 에이전트 시스템에 따라 정의되어, 지역 데이터와 전역 전송을 위한 XML 변환에 활용된다.

본 논문의 구성은 2장에서 XML을 이용한 데이터 공유

[†] 준 회 원 : 광운대학교 대학원 컴퓨터과학과

^{**} 정 회 원 : 광운대학교 전산원 교수

^{***} 정 회 원 : 광운대학교 컴퓨터공학부 교수

논문접수 : 2004년 10월 14일, 심사완료 : 2005년 2월 7일

및 통합에 대하여 살펴보고, 3장에서는 XMDR을 정의한다. 4장에서는 동기화 에이전트 시스템을 설명하고, 5장에서는 시스템의 구현과 결과를 살펴보며, 마지막으로 결론으로 구성된다.

2. 관련 연구

분산된 데이터를 활용하기 위하여 정보 통합이나 정보 공유에 대한 연구는 오래전부터 지속되고 있으며, 데이터베이스 관리, 데이터에 대한 상호운용, 데이터의 이주, 데이터 웨어하우징, 그리고 데이터 마이닝 등의 연구를 포함한다. 사용자의 요구에 맞게 분산된 데이터를 이용하여 통합적인 결과를 제공하고, 데이터를 공유함으로써 편리함과 효율성을 증대하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다[2]. 그러나, 분산된 데이터들은 접근의 제한성과 시스템의 이질 환경, 시스템 구현 언어의 다양성 등으로 인하여 데이터 공유 및 통합에 대한 많은 어려움이 있다. 따라서 이질 데이터의 교환, 공유, 통합에 따른 문제점을 해결하기 위한 많은 노력이 있다. XML을 기반으로 데이터 교환을 위한 이질시스템간의 상호운용을 위해, 이음동의어를 정의하여 스키마 요소간의 의미를 자동으로 연관시켜주는 X-MAP 시스템에 대한 제안을 하였고, 이질 데이터 통합 방법으로 XML 형태 또는 SQL 언어로 질의하고 질의 결과를 XML 문서로 작성하기 위한 시스템이 제안되었다[4, 5]. 또한 데이터 통합에 따른 데이터 이질성을 해결하기 위하여, XML 기반의 관계형 데이터베이스 메타데이터를 객체지향 데이터베이스에 저장하는 기술과, 분산된 데이터의 이질성을 해결하고자 MDR(Metadata Registry)과 온톨로지를 결합하여 데이터를 통합하는 시스템에 대하여 기술하였다[19, 20].

그러나 데이터 공유 및 통합이 이루어지는 환경이 갈수록 확장되어감에 따라, 데이터 교환에 따른 시스템의 이질적인 문제, 네트워크의 안정성, 그리고 데이터 변경에 따른 즉각적인 동기화작업등에 대한 해결은 부족하다. 따라서 본 논문에서는 이동에이전트를 이용한 시스템을 구축하여 이를 해결하며, MDR을 바탕으로 정의된 XMDR을 이용하여 데이터의 이질적인 문제를 해결한다. XMDR은 분산 데이터의 상호운용을 위한 동기화를 진행하기 위하여 각 지역 동기화 에이전트 시스템에 따라 정의되어, 지역 데이터와 전역 전송을 위한 XML 변환에 활용된다. 이는 동기화에 참여하는 시스템의 증가에 따른 기존 시스템의 변경을 요구하지 않는 확장성을 제공한다. 또한 MDR 설계시에 선별된 데이터에 대한 동기화를 진행하므로써 부하가 적게 발생해야하는 모바일 환경에 적용시킬 수 있다.

3. XMDR 정의

본 장은 분산 데이터들의 상호운용을 위한 이질성을 해

결하기 위하여 웹 표준문서인 XML과 데이터 통합 표준인 MDR을 이용한 XMDR을 정의한다.

3.1 MDR

MDR은 ISO/IEC 11179에서 제안한 것으로서, 표준화된 메타데이터의 명세, 의미의 공유를 목적으로 한다. 특히 ISO/IEC 11179의 3부에서는 공유 데이터의 관리를 위한 메타 모델이 제시되었는데, 메타 모델은 의미적인 내용과 분산된 환경하의 사용자들이나 정보처리 시스템간의 공유되는 데이터 요소의 구문을 위한 표준과 안내를 제공하고 있다[16].

본 논문에서는 동기화에 참여하는 분산시스템들의 데이터베이스를 기반으로 MDR을 구성한다. 분산 데이터의 정보 공유와 교환을 위해 메타데이터 레지스트리는 (그림 1)과 같이 구성된다. 데이터의 기본 속성의 명세는 다음과 같다.

- 식별 속성 : 데이터 요소의 식별을 위한 속성(MDRID)
- 정의 속성 : 데이터 요소의 의미를 갖는 속성(LOCAL)
- 관계 속성 : 데이터 요소들 사이 또는 데이터 요소와 개체의 관계를 나타내는 속성(TABLE_NAME, DB_NAME)
- 표현 속성 : 데이터 요소의 표현방식에 따른 속성(TYPE, LENGTH, NULL, KEY, FORMAT)

식별용 속성인 MDRID는 공유되는 데이터들을 식별하기 위한 것으로, 지역 데이터베이스에서 정의되는 필드들을 식별할 때 사용된다. 정의용 속성인 LOCAL은 지역 데이터베이스의 필드를 의미하며, 관계용 속성으로서 테이블과 DB 정보를 필요로 하며, 이는 복수의 데이터를 하나의 XMDR에 구성하기 위한 것으로 TABLE_NAME과 DB_NAME이 있다. 또한 표현용 속성이 되는 ATTRNAME은 데이터타입과 길이, 널값의 유부, 키 값, 그리고 표현방식을 나타낸다.

(그림 1)의 MDR은 각 지역 데이터베이스의 스키마를 바탕으로 구성되는데, 이는 지역 데이터베이스에서 동기화에 참여되는 데이터베이스, 테이블, 칼럼 정보와 칼럼의 속성 정보를 공유하기 위한 것이다. 이는 각 지역 동기화 시스템에서 지역 데이터와 동기화 XML 간의 변환에 사용하게 될 XMDR 설계의 토대가 된다. XMDR은 각 지역 데이터베이스의 스키마가 모두 다르기 때문에, 전역에서 송수신되는 동기화 XML 과의 변환에 사용되어 데이터 이질성을 해결할 수 있도록 한다. (그림 1)에서 분산 데이터간의 동기화에 따른 분류는 ①에 나타나 있는 것처럼, DB정보에서 각 지역 데이터베이스와 테이블에 따라 분류되며, 각 지역 데이터는 XMDR 정의를 위하여 ②와 같이 분류된다. 동기화가 이루어질 데이터들의 분류는 ③과 같으며, 이들의 MDRID는 동일하다.

ENAME		ATTNAME					DB_INFO	
MDRID	LOCAL	TYPE	LENGTH	NULL	KEY	FORMAT	TABLE_NAME	DB_NAME
MDR0101	ProductCode	varchar	15	not	yes	no	StockControl	ProductControl
MDR0102	ProductName	varchar	50	not	no	no	StockControl	ProductControl
MDR0103	ProductDate	datetime	8	not	no	yyyy-mm-dd	StockControl	ProductControl
MDR0104	ProductState	int	4	null	no	no	StockControl	ProductControl
MDR0101	stock_code	varchar2	15	not	yes	no	tbl_stock	db_product
MDR0102	stock_name	varchar2	50	not	no	no	tbl_stock	db_product
MDR0103	stock_date	date	8	not	no	yy-mm-dd	tbl_stock	db_product
MDR0104	stock_state	number	4	null	no	no	tbl_stock	db_product
MDR0101	ST001_CO	varchar	15	not	yes	no	ST001	DBST
MDR0102	ST001_NA	varchar	50	not	no	no	ST001	DBST
MDR0103	ST001_DT	datetime	8	not	no	yyyy-mm-dd	ST001	DBST
MDR0104	ST001_NO	integer	4	null	no	no	ST001	DBST
MDR0201	ProductCode	varchar	15	not	yes	no	WareControl	ProductControl
MDR0202	ProductName	varchar	50	not	no	no	WareControl	ProductControl
MDR0201	ware_code	varchar2	15	not	yes	no	tbl_warehousing	db_product
MDR0202	ware_name	varchar2	50	not	no	no	tbl_warehousing	db_product
MDR0201	WT001_CO	varchar	15	not	yes	no	WT001	DBST
MDR0202	WT001_NA	varchar	50	not	no	no	WT001	DBST

① : 동기화에 참여할 테이블이 MDR (dotted line)

② : 각 지역 XMDR 구성 정보 (dashed line)

③ : 각 지역간 동기화 이루어질 정보 (solid line)

(그림 1) 분산 데이터의 MDR 설계

3.2 XMDR (XML Metadata Registry)

분산 데이터의 상호운용을 위하여 지역 동기화 시스템에서 전역으로의 동기화 요구시는 데이터와 질의를 XMDR에 사상되는 요소의 콘텐츠와 속성값을 이용하여 동기화 XML 문서로 변환한다. 또한 각 지역 동기화 시스템에서는 데이터 이질성을 해결하기 위하여, 수신한 동기화 XML 문서를 XMDR과의 사상을 통해 지역 데이터 저장소에 알맞은 데이터와 질의로 변환한다. 이에 대한 절차 및 시스템 구성은 4장에서 살펴본다.

XMDR은 구성된 MDR을 바탕으로 지역 데이터에 대한 요소 정의를 하며, 동기화 진행에 따른 지역 데이터의 동기화 전송을 해야 하므로 표준이 필요하다. 따라서 XMDR의 구성은 문서 구조 정의를 통해 유효성 제약을 지나게 하였다. MDR 구성정보에 따른 DTD 문서를 정의하여 XMDR의 구조를 표준화하고, MDR의 변경에 따른 XMDR의 입의 변경이 일어나지 않도록 한다. 이는 각 분산 데이터의 교환과 문서의 신뢰성을 확보할 수 있다. XMDR의 DTD는 동기화가 이루어질 데이터의 구조에 알맞도록 요소를 구분한다. 지역 데이터에 대한 XMDR 이므로, 다수의 테이블이 동기화에 참여할 수 있다. 이를 위하여 SYNC_DATA 요소는 다중으로 생성이 가능하며, 하나의 동기화 테이블에 한하여 SYNC_DATA 요소가 구성된다. 이 요소는 관계형 속성인 DB_INFO, TABLE_INFO를 자식 요소로 구성하며, 데이터의 칼럼 속성인 MDRID 요소를 포함하는 DATA_INFO 요소로 구성한다. MDRID 요소는 정보 속성인 데이터 타입과

길이를 포함하며, 널의 유무와 주키 여부는 'yes'나 'no'의 속성 값을 갖는다. 정보 표현 속성의 유무에 따라 표현 방식과 'no'의 속성값을 갖는다. (그림 2)는 XMDR 구성을 위한 DTD 문서를 나타낸 것이다.

분산 데이터의 상호운용을 위한 데이터 이질성의 유형은 다양하다. 본 논문에서는 데이터의 의미 이질성과 데이터형 이질성, 그리고 표현 이질성에 대하여 해결한다. XMDR의 DTD에서 살펴본바와 같이 데이터 이질성을 해결하기 위한 요소의 특성은 다음과 같다. 데이터의 의미 이질성은 동일 정보에 대한 다른 구조를 사용하여 발생되므로, 의미 정보를 동일하게 사용하기 위한 요소를 포함한다. 동기화 참여 데이터의 관계형 속성인 데이터베이스 정보는 DB_INFO 요소, 테이블 정보는 TABLE_INFO 요소, 데이터의 칼럼들은 MDRID 요소를 정의하여 변환에 사용된다.

```
<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<ELEMENT XMDR (SYNC_DATA)+ >
<ELEMENT SYNC_DATA (DB_INFO, TABLE_INFO, DATA_INFO)+ >
<ELEMENT DB_INFO (#PCDATA) >
<!ATTLIST DB_INFO did CDATA #REQUIRED >
<ELEMENT TABLE_INFO (#PCDATA) >
<!ATTLIST TABLE_INFO tid CDATA #REQUIRED >
<ELEMENT DATA_INFO (MDRID)+ >
<ELEMENT MDRID (LOCAL, GLOBAL)+ >
<ELEMENT LOCAL (#PCDATA) >
<!ATTLIST LOCAL type CDATA #REQUIRED >
<!ATTLIST LOCAL length CDATA #REQUIRED >
<!ATTLIST LOCAL null (yes|no) #REQUIRED >
<!ATTLIST LOCAL key (yes|no) #REQUIRED >
<!ATTLIST LOCAL format CDATA 'no' >
<ELEMENT GLOBAL (#PCDATA) >
```

(그림 2) XMDR 구성을 위한 DTD 문서

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr" ?>
<!DOCTYPE XMDR SYSTEM "XMDR.dtd">
<XMDR>
  <SYNC_DATA>
    <DB_INFO did="1">ProductControl</DB_INFO>
    <TABLE_INFO tid="1">StockControl</TABLE_INFO>
    <DATA_INFO>
      <MDRID>
        <LOCAL type="varchar" length="15" null="no" key="yes" format="no">ProductCode</LOCAL>
        <GLOBAL>MDR0101</GLOBAL>
      </MDRID>
      <MDRID>
        <LOCAL type="varchar" length="50" null="no" key="no" format="no">ProductName</LOCAL>
        <GLOBAL>MDR0102</GLOBAL>
      </MDRID>
      <MDRID>
        <LOCAL type="datetime" length="0" null="no" key="no" format="yyyy-mm-dd">ProductDate</LOCAL>
        <GLOBAL>MDR0103</GLOBAL>
      </MDRID>
      <MDRID>
        <LOCAL type="int" length="4" null="yes" key="no" format="no">ProductState</LOCAL>
        <GLOBAL>MDR0104</GLOBAL>
      </MDRID>
      .....
      .....
      .....
    </DATA_INFO>
  </SYNC_DATA>
  <SYNC_DATA>
    <DB_INFO did="2">ProductControl</DB_INFO>
    <TABLE_INFO tid="2">WareControl</TABLE_INFO>
    <DATA_INFO>
      <MDRID>
        <LOCAL type="varchar" length="15" null="no" key="yes" format="no">ProductCode</LOCAL>
        <GLOBAL>MDR0201</GLOBAL>
      </MDRID>
      <MDRID>
        <LOCAL type="varchar" length="50" null="no" key="no" format="no">ProductName</LOCAL>
        <GLOBAL>MDR0202</GLOBAL>
      </MDRID>
      .....
      .....
      .....
    </DATA_INFO>
  </SYNC_DATA>
</XMDR>

```

(그림 3) 분산 데이터의 XMDR 문서

데이터형 이질성은 동일정보의 다른 개체나 속성을 사용하여 발생하므로, 데이터 타입과 길이를 데이터 개체의 속성으로 정의하여 사용된다. 또한 표현 이질성은 정보의 표현방식의 차이로 인한 이질성이 발생하는데, 데이터 개체 속성 중에서 표현 방식을 나타내는 속성인 format 속성을 정의한다. (그림 3)은 지역 데이터의 XMDR을 정의한 것이다.

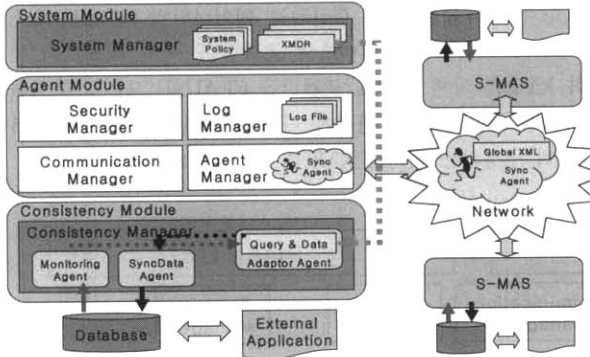
XMDR은 지역 동기화 에이전트 시스템에 위치하여, 지역 데이터와 전역 전송을 위한 동기화 XML을 상호 변환에 사용하여 분산된 데이터의 이질성을 해결한다. 또한 XMDR을 이용하여 분산 데이터의 자율성과 독립성을 보장할 수 있다. 각 지역에 위치한 데이터의 이벤트 발생으로 인하여 전역으로의 동기화 요구시, 지역 데이터의 데이터베이스 정보와 테이블 정보는 각각의 속성인 did와 tid의 값으로 구분하여 동기화 XML에서 동일한 속성을 생성한다. 또한 지역 데이터의 칼럼정보는 GLOBAL 요소의 콘텐츠인 MDRID 값으로 사상되는 동기화 XML을 생성

하게 된다. 이렇게 생성된 동기화 XML은 전역으로 전송하게 된다. 동기화 XML을 수신한 지역 동기화 에이전트 시스템은 다시 동기화 XML의 요소와 콘텐츠를 XMDR과의 사상을 통해 각 지역 데이터 저장소에 알맞은 데이터와 질의로 변환하게 된다. 관계 속성인 DB정보와 테이블 정보, 그리고 칼럼정보를 추출하고, XMDR의 LOCAL 요소 속성으로 정의된 데이터형과 길이, 표현방식을 지역 데이터에 알맞도록 변환한다. 이러한 변환을 통해 데이터 이질성을 해결하고, 변환 개체는 다음 장에서 설명할 동기화 에이전트 시스템의 적응 에이전트이다.

4. 동기화 에이전트 시스템

본 장에서는 데이터 이질성을 해결하기 위한 동기화 에이전트 시스템에 대하여 설명한다. 전반적인 동기화 에이전트 시스템에 대한 구성은 (그림 4)와 같으며, 다음으로 동

기화 에이전트의 이주 및 동기화 매커니즘, 그리고 데이터 의미 이질성을 해결하기 위한 부분으로서 일관성 관리자의 구성 및 흐름에 대하여 설명한다.



(그림 4) 동기화 에이전트 시스템 구성요소

4.1 시스템 구성 요소

동기화 에이전트 시스템은 크게 시스템 모듈과 에이전트 모듈, 일관성 모듈로 구성된다. 첫째, 시스템 모듈에서는 동기화를 하고자 하는 목적지 시스템의 이동경로와 시스템 중요도에 따른 우선순위를 설정하고, 데이터에 접근하기 위한 기초적인 정보를 명시한다. 둘째, 에이전트 모듈에서는 동기화가 이루어질 시스템들간에 정책들을 조정 및 관리하고, 동기화 에이전트 시스템에서 발생하는 모든 이벤트를 기록한다. 또한 원격지에서 전송되는 동기화 에이전트의 인증 처리 및 데이터 동기화에 관련된 에이전트들을 관리한다. 본 논문에서는 보안관리자의 인증처리를 위하여 Java에서 제공되는 기본적인 보안 관련 패키지를 이용하여 이동에이전트의 인증을 처리한다. 따라서 이동에이전트의 전송에 따른 보안관련 정책 설정은 에이전트 서버의 인증에 국한되며, 본 논문의 연구 방향의 일환으로서 지속적인 연구가 필요하다. 마지막으로 구성되는 일관성 모듈은 분산 데이터의 이질성을 해결하기 위하여 정의한 XMDR을 이용한다. XMDR의 이용에 따른 시스템 모듈과 일관성 모듈의 동작은 다음과 같다.

시스템 모듈에서는 분산 데이터의 이질성을 해결하기 위하여 문서 표준인 XML과 데이터 교환의 표준인 MDR을 기반으로 XMDR을 정의한다. XMDR은 에이전트의 동기화 요구에 따른 전역으로 송수신될 때 동기화 XML 변환과 지역 데이터, 질의 변환을 위해 사용된다. 동기화 XML과 지역 데이터, 질의 변환은 일관성 관리자의 적응 에이전트에 의해 진행된다. 일관성 모듈은 데이터 동기화에 따른 충돌을 피하고, 지역 데이터의 변경에 따른 이벤트를 감시하여 전역에 동기화를 요구하는 등의 데이터 관리를 위한 부분이다. 이 모듈의 데이터 일관성 관리에 따른 동작은 [18]과 같으며, 동기화 시에 데이터의 이질성을 해결하기 위한 부분으로 적응 에이전트, 동기화처리 에이전트, 감시 에이전트를 포함한다. 일관성 모듈은 수신된 동기화 에이전트의 동기화 요구에 따라 데이터의 충돌을 피하기 위하여 일관성 여부를 체크 한 다음, 적응 에이전트를 통해 동기화를 진행한다.

4.2 시스템 설계

동기화 에이전트 시스템은 데이터 변경에 따른 에이전트 확장과 전송을 위한 이주 매커니즘, 동기화를 위한 목적지 시스템으로의 이동 후에 에이전트의 인증과 실행 및 데이터 충돌 방지 등을 위한 동기화 매커니즘으로 구분된다.

4.2.1. 동기화 에이전트 이주 매커니즘

외부 애플리케이션에 의한 데이터 변경을 감지한 일관성 관리자는 에이전트 관리자에게 이벤트 발생에 대한 정보를 전달하며 동기화를 요구한다. 에이전트 관리자는 주어진 이동경로를 통해 동기화 에이전트를 전송하고, 시스템에서 발생한 이벤트에 대한 기록을 로그 관리자에게 요청한다. 목적지 시스템에서 보안 관리자에 의해 동기화 에이전트의 접근 허용을 인증 받고, 통신 관리자에게 정책을 전송한다. 동기화 에이전트는 데이터 변경에 따른 데이터 갱신, 삽입, 삭제 정보와 소스 시스템의 상태 정보 등과 함께 이주한다. (그림 5)는 이러한 동기화 에이전트 이주 매커니즘을 보여준다.

4.2.2. 데이터 동기화 매커니즘

동기화 요구를 받은 목적지 에이전트 관리자는 요구에 대한 기록을 로그 관리자에게 요청하며, 일관성 관리자에게 데이터 충돌 여부에 대한 결과를 요구한다. 일관성 관리자는 데이터 충돌 여부 상태에 따라 동기화 실행을 결정하고, 그 결과를 에이전트 관리자에게 전달한다. 데이터 동기화를 실행한 일관성 관리자는 결과를 에이전트 관리자에게 전송한다. 에이전트 관리자는 다음 목적지 시스템에게 접근 인증을 부여받고 동기화 데이터, 서버 상태 및 동기화 결과를 함께 전송한다. (그림 6)은 데이터 동기화 매커니즘을 보여 준다.

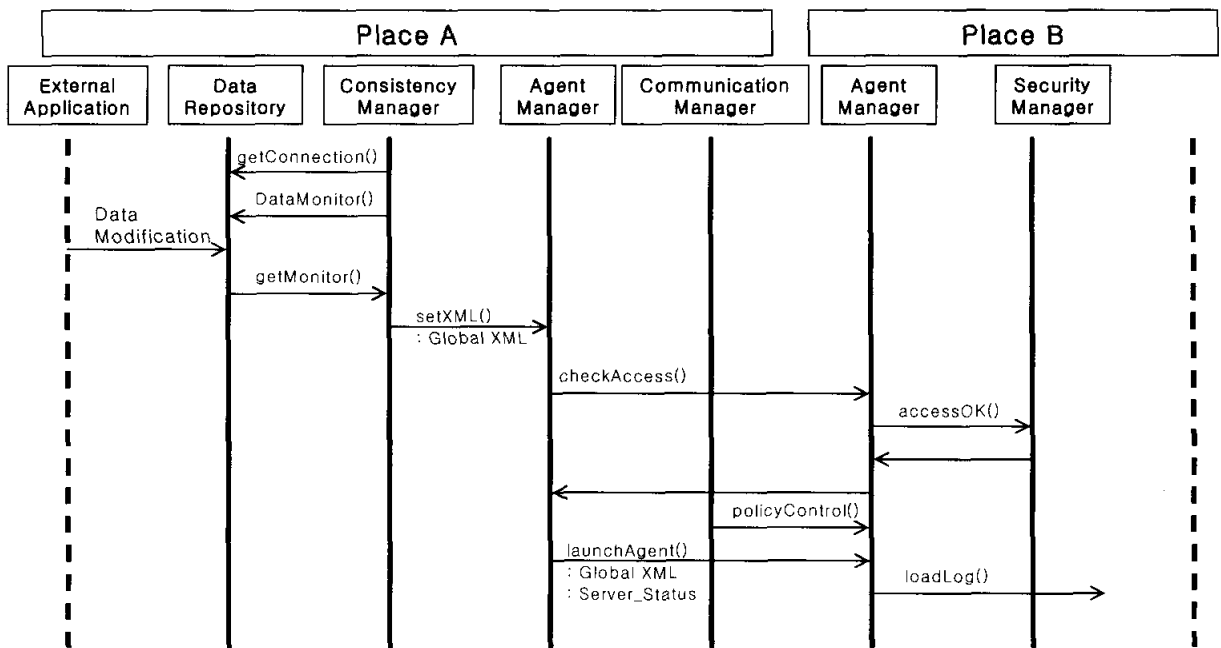
4.2.3 동기화 XML 변환 매커니즘

일관성 관리모듈의 적응 에이전트는 데이터 동기화 요구에 따른 동기화 에이전트가 송수신될 때, 동기화 XML과 데이터, 질의 변환을 위해 사용된다. 먼저 감시 에이전트는 데이터 저장소와의 연결을 통해, 저장소에서 데이터 변경 발생에 대한 이벤트를 감시한다. 데이터 변경 이벤트가 발생하면, 이에 대한 발생여부를 적응 에이전트에게 전달하며, 데이터와 질의를 함께 전달한다. 적응 에이전트는 데이터와 질의를 시스템 관리모듈에 있는 XMDR과의 사상을 통해 전역에 전송할 수 있는 동기화 XML로 변환한다. 변환된 동기화 XML을 에이전트 관리자를 통해 동기화 에이전트에게 전달하면, 동기화 에이전트는 분산되어 있는 원격지 동기화 에이전트 시스템에게 동기화를 요구하게 된다. 또한 적응 에이전트는 수신되는 동기화 에이전트에 의하여 동기화 요구를 받으면, 에이전트 관리자에 의해 동기화 XML을 적응 에이전트에게 전송한다. 적응 에이전트는 동기화 XML을 XMDR과의 사상을 통해 데이터와 질의로 변환한다. 변환된 데이터와 질의를 바탕으로 요구된 동기화의 일관성 여부를 체크한 다음, 동기화처리 에이전트에 의해 데이터 저장소에 동기화를 진행한다. 적응 에이전트의 XMDR

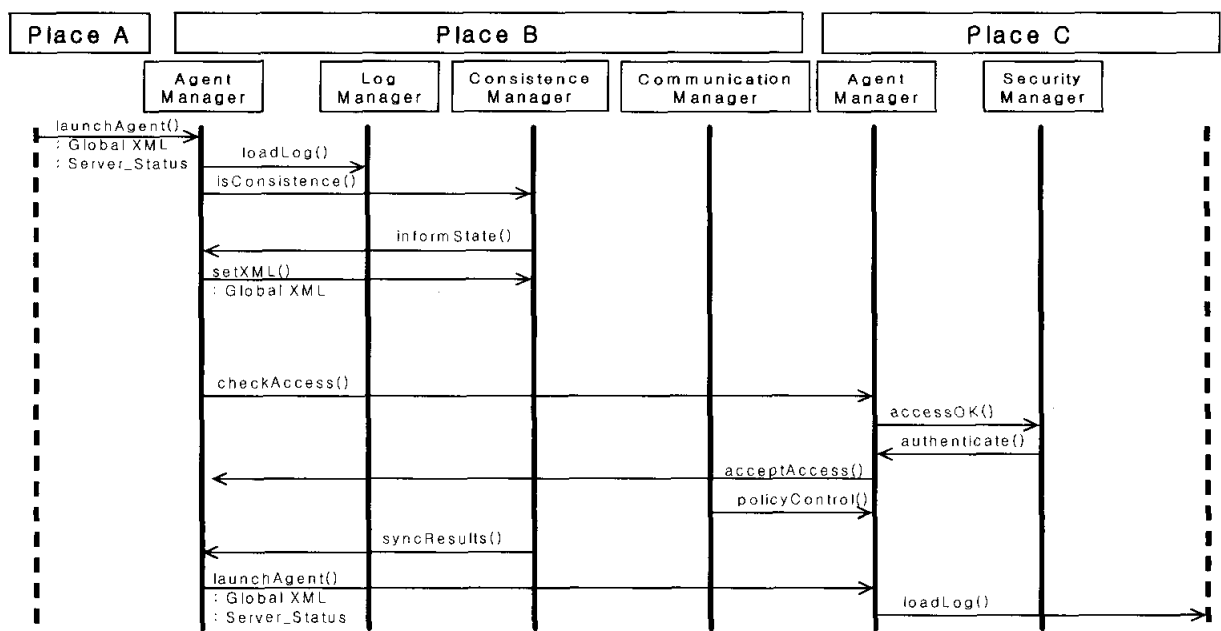
을 이용한 동기화 XML과 질의 변환 메커니즘은 다음 (그림 7)과 같다.

적용 에이전트는 XMDR의 사상을 바탕으로 데이터와 질의를 동기화 XML로 변환하게 되는데, 이는 데이터 변경 이벤트에 따라 다르게 구성된다. 데이터 변경에 따른 이벤트는 데이터 삽입과 삭제, 갱신으로 구분할 수 있다. 동기화 XML은 관계형 속성인 DB_INFO 요소, TABLE_INFO 요소를 포함하며, 질의 요소인 QUERY 요소와 이벤트를 컨테츠로 포함하는 SQL 요소를 포함한다. QUERY 요소는 이벤트에 따라 포함

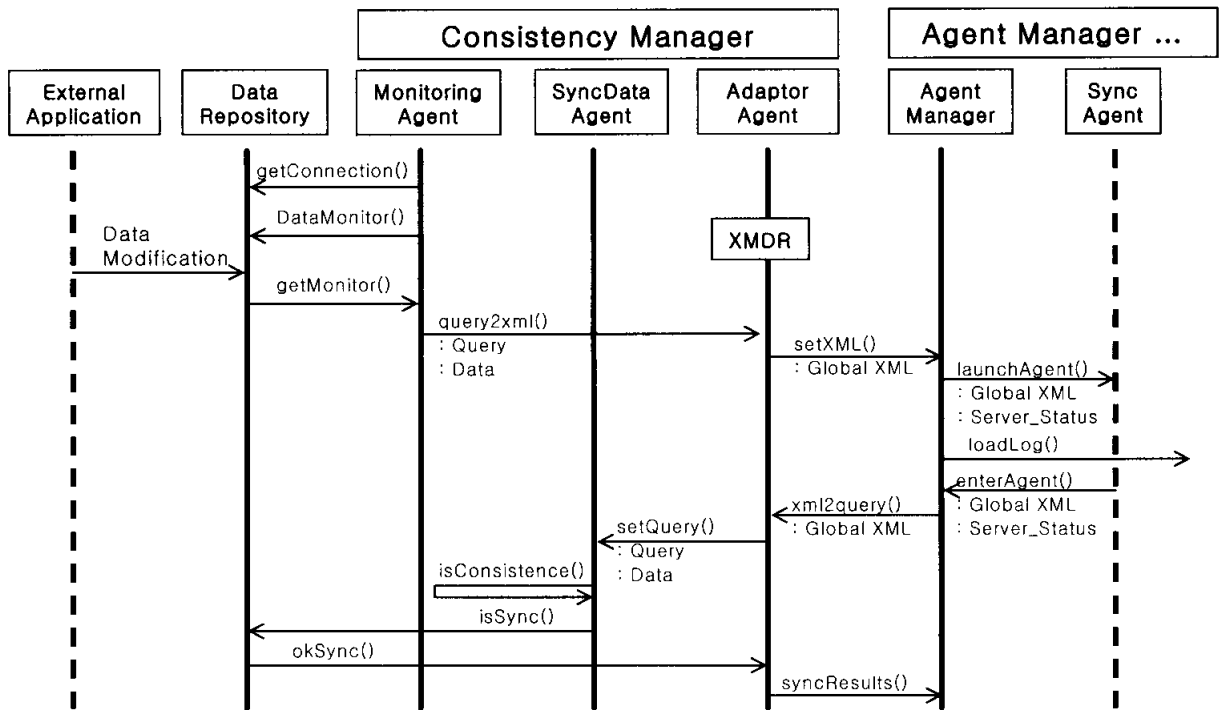
하는 요소들이 다르게 구성된다. 삽입 이벤트의 동기화 XML은 XMDR과의 사상을 통해 삽입되는 데이터의 MDRID 요소와 그에 따른 데이터를 컨테츠로 포함한다. 갱신 이벤트의 동기화 XML은 조건절이 되는 CLAUSE 요소를 포함하며, XMDR과의 사상을 통해 갱신되는 데이터만의 MDRID 요소와 갱신되는 데이터를 컨테츠로 포함한다. 삭제 이벤트의 동기화 XML은 삭제 이벤트 조건만을 CLAUSE 요소로 포함한다. (그림 8)은 데이터 변경에 따라 발생하는 이벤트에 의하여 달리 구성되는 동기화 XML을 나타낸 것이다.



(그림 5) 동기화 에이전트 이주 메커니즘



(그림 6) 데이터 동기화 메커니즘



(그림 7) 일관성 관리모듈의 동기화 XML 변환 메커니즘

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<GLOBAL>
  <DB_INFO did="1">db_product</DB_INFO>
  <TABLE_INFO tid="1">tbl_stock</TABLE_INFO>
  <QUERY event="I">
    <SQL>INSERT</SQL>
    <DATA>
      <NDRO101>gy17h9nx502538f</NDRO101>
      <NDRO102>MONITOR(LCD-17")</NDRO102>
      <NDRO103>2003-10-13</NDRO103>
      <NDRO104>1</NDRO104>
      <NDRO105>JT17STFT</NDRO105>
      <NDRO106>397500</NDRO106>
      <NDRO107>455000</NDRO107>
      <NDRO108>S1</NDRO108>
      <NDRO109>03</NDRO109>
      <NDRO110>JOYONTECH</NDRO110>
      <NDRO111>03</NDRO111>
      <NDRO112></NDRO112>
    </DATA>
  </QUERY>
</GLOBAL>

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<GLOBAL>
  <DB_INFO did="1">db_product</DB_INFO>
  <TABLE_INFO tid="1">tbl_stock</TABLE_INFO>
  <QUERY event="U">
    <SQL>UPDATE</SQL>
    <CLAUSE>
      <WHERE>NDRO101 = 'gy17h9nx502538f'</WHERE>
    </CLAUSE>
    <DATA>
      <NDRO102>MONITOR(LCD-17 inch)</NDRO102>
      <NDRO107>495000</NDRO107>
      <NDRO108>S3</NDRO108>
      <NDRO111>07</NDRO111>
      <NDRO112>price exchange</NDRO112>
    </DATA>
  </QUERY>
</GLOBAL>

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<GLOBAL>
  <DB_INFO did="1">db_product</DB_INFO>
  <TABLE_INFO tid="1">tbl_stock</TABLE_INFO>
  <QUERY event="D">
    <SQL>DELETE</SQL>
    <CLAUSE>
      <WHERE>NDRO101 = 'gy17h9nx502538f'</WHERE>
    </CLAUSE>
  </QUERY>
</GLOBAL>
    
```

(그림 8) 데이터 변경 이벤트에 따른 동기화 XML(삽입, 갱신, 삭제)

5. 구현 및 결과분석

분산 환경에서 데이터 동기화를 위해서는 분산 운용되는 플랫폼에 독립적이고, 데이터 갱신과 삭제에 따른 자율성이 보장되며, 분산 환경에 따른 네트워크 문제를 고려해야한다. 본 논문에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위해, 네트워크 부하와 트래픽을 감소시키며 원격지에서 수행할 실행코드와 데이터를 받아 로컬 시스템에서 업무를 수행하는 이동에이전트를 이용하였으며, 개발언어는 java를 사용하였다. 또한 데이터의 상호운용을 위하여 데이터 이질성을 해결하기 위하여 문서 표준인 XML을 이용하는데, 이에 따른 XML 파서는 JAXP1.0을 사용하였다.

5.1 시스템 정책 설정

동기화 에이전트 시스템에서 정책은 데이터베이스 정보와 이동경로 정보, 시스템 우선순위 정보 등을 설정하도록 3부분으로 구성되어 있다. 첫째, 데이터베이스 정보는 본 시스템이 Java로 구현되어 있기 때문에, 각 에이전트 시스템에서 데이터베이스에 접근하기 위한 기본 정보인 JDBC, URL 정보와 동기화가 필요한 DB정보와 테이블 정보를 설정하며, 둘째, 이동경로 정보는 동기화 에이전트가 이동하게 될 경로로서 목적지 시스템들에게 동기화 에이전트가 이주하는 유니캐스팅 전송을 위한 정보를 설정한다. 셋째, 시스템 우선순위 정보는 이동경로와 무관하게 데이터의 변경이 자주 발생하는 시스템을 위주로 높은 우선순위로 결정하게 된다. 동기화 정

책에 의해 타임스탬프 기반으로 데이터 일관성을 유지하며, 동일한 타임스탬프 값으로 인한 데이터 충돌이 발생하면 시스템 우선순위에 의해 데이터 값의 유효처리 여부를 판단한다. 시스템 우선순위 값은 중복될 수 없고 유일한 값을 가져야 한다. (그림 9)는 시스템 정책을 설정한 것이다.

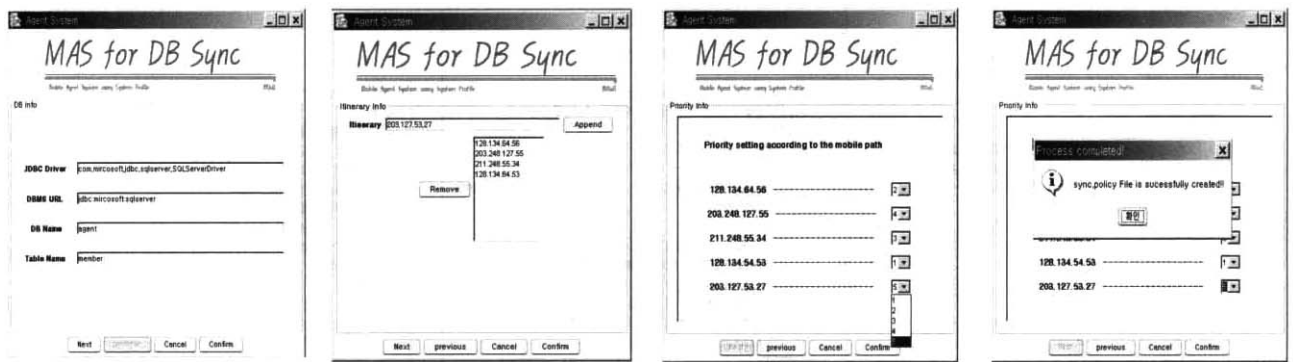
5.2 동기화 에이전트의 구동

다음은 동기화 에이전트 시스템의 구동에 의하여 일관성 관리 모듈에서 데이터 변경 발생에 대한 의 감지활동 및 동기화 결과에 대하여 설명한다. 동기화 에이전트 시스템은 항상 데이터 저장소에서 데이터 변경 이벤트를 감시한다. (그림 10) (a)에서처럼 데이터 변경 이벤트가 감지되면, 해당 데이터와 질의를 적용 에이전트에 의해 동기화 XML로 변환한다. 적용 에이전트는 에이전트 관리자에게 동기화 XML을 전송하여 전역으로의 동기화 에이전트 전송을 요구한다. 에이전트 관리자는 시스템 관리모듈에서 설정된 이동경로의 목적지 시스템에게 변경된 데이터의 동기화를 추진하고 데이터 동기화가 성공적으로 처리되었을 경우 (그림 10) (b)와 같은 동기화 완료 메시지를 보여준다. 또한 동기화를 실패한 노드에 대해서는 (그림 10) (c)처럼 동기화 실패 메시지를 보여주며, 해당노드로의 동기화 에이전트를 재전송한다.

5.3 결과 분석

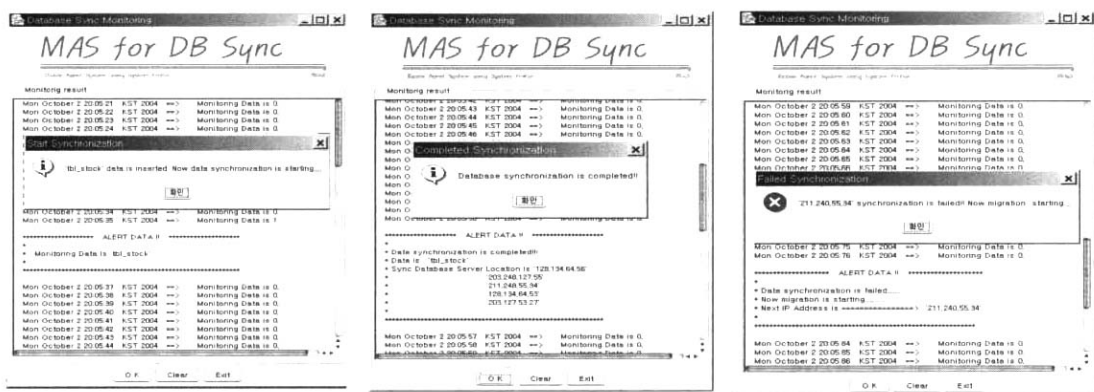
분산 데이터의 상호운용을 위한 데이터 이질성을 해결하기 위한 연구는 활발히 진행되고 있다. 특히 메타데이터를 이용한 데이터 교환을 위한 시스템으로서, 잘 알려진 Microsoft의 BizTalk[17]와 David Wang이 제안한 X-MAP [4] 시스템이 있다. BizTalk는 Mapper를 이용하여 스키마간의 사상을 직접 만들어 주어 데이터 교환을 하고, X-MAP 시스템은 스키마 요소간의 의미를 연관시켜 데이터를 교환하도록 하며, 다중 이질 시스템들의 데이터 상호운용을 위하여 제안된 것이다.

본 논문에서 제안한 시스템은 분산 환경에서 데이터 동기화를 목적으로 연구된 시스템이므로, <표 1>에서와 같이, 데이터 교환에 따른 두 시스템과의 비교는 다음의 4가지를 비교 대상으로 하였다. 먼저 데이터 통합 표준인 MDR (ISO/IEC 11179)의 지원여부와 MDR 스키마 설계후의 데이터 자동 교환 여부, 분산 환경에서의 시스템 독립성 여부, 마지막으로 데이터 동기화 지원여부이다. 특히 데이터 동기화 여부에 대해서는 BizTalk는 근거리 네트워크 환경만을 지원하도록 하며, X MAP은 언급되지 않았다. 하지만, 본 시스템은 데이터 동기화에 따른 부분적인 이질성만이 고려되었으므로, 보다 다양한 데이터 이질성에 대한 향후 연구가 필요하다.



(a) DB 정보 (b) 이동경로 정보 (c) 우선순위 정보1 (d) 우선순위 정보2

(그림 9) 시스템 정책 설정



(a) 데이터 변경 이벤트 감지 (b) 분산데이터의 동기화 완료 (c) 동기화 실패 노드 발생

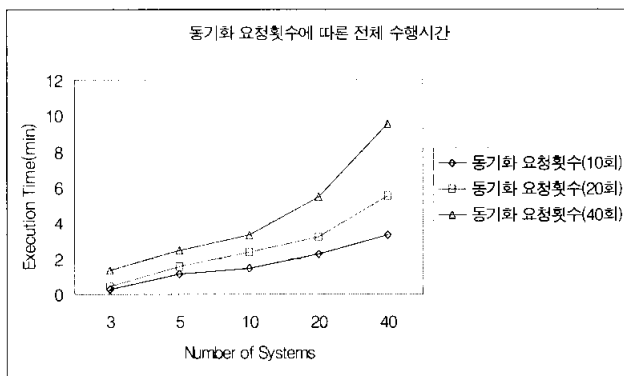
(그림 10) 동기화 에이전트의 구동

〈표 1〉 데이터 교환 시스템과의 비교

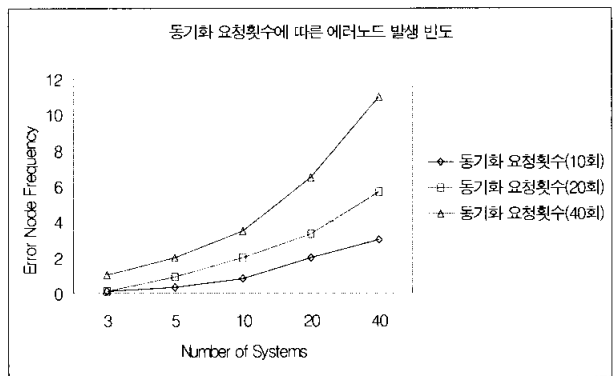
	BizTalk	X-MAP	본 시스템
MDR(ISO/IEC 11179) 지원	지원하지 않음	지원하지 않음	지원함
데이터 교환 자동화	지원함	일부 지원함	지원함
시스템 독립성	지원하지 않음	지원함	지원함
데이터 동기화	일부 지원함	지원하지 않음	지원함

(그림 11)은 동기화 에이전트 시스템의 성능을 테스트한 결과이다. 성능 측정을 하기 위하여, 동기화 에이전트 시스템이 구축된 환경은 기본적으로 윈도우즈를 바탕으로 실험하였다.

각 동기화 에이전트 시스템에서 요구사항은 시스템 수와 동기화 요청횟수를 증가시키는 방법으로 진행하였다. (그림 11) (a)에서는 동기화를 진행하는 전체 수행시간을 보여주며, 이는 동기화에 참여하는 시스템의 수와 동기화 요청횟수가 증가할수록 전체 수행시간은 선형적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 동기화 에이전트가 이주할 때, 직렬 전송 방식인 유니캐스팅으로 이주됨으로서 전송 및 동기화에 따른 시간이 증가하기 때문이다. 전송 방식에 따른 전체 수행시간의 감소를 위하여 향후에는 병렬전송방식으로 개선할 예정이다.



(a) 전체 수행시간



(b) 에러노드 발생빈도

(그림 11) 동기화 에이전트 시스템의 동기화 요청횟수에 따른 성능 테스트

(그림 11) (b)는 동기화 요청횟수를 증가시켜 에러 노드의 발생으로 인한 전체 수행시간이 증가됨을 볼 수 있다. 여기서 에러란 시스템의 불안정, 네트워크 부하 및 소프트웨어의 결함 등으로 인한 동기화 실패를 에러라 한다. 결과에서 나타나듯이 40대의 시스템에 대하여 총 40회의 동기화를 수행할 경우, 즉 총 1,600회의 동기화 수행에 있어 10회 미만의 에러가 발생하였다. 에러 발생에 따른 동기화 전체 수행시간은 비교적 증가하지만, 내부 인트라넷에서 실험 관계로 네트워크 등의 에러 발생요인은 적었다. 하지만, 본 시스템의 신뢰성 확보를 위해서는 인터넷 환경에 구축된 동기화 시스템의 실험이 필요하다.

6. 결론

정보 활용과 상호운용 등을 위한 정보공유 필요성이 확대되어 감에 따라 데이터 동기화에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 데이터 동기화를 위해서는 데이터간의 이질성을 해결해야 한다. 데이터의 이질성은 주로 동일한 정보나 개념에 대하여 서로 다르게 사용하거나 표현이 불일치되어 발생한다. 따라서 본 논문에서는 분산 데이터의 상호운용을 위한 데이터 이질성을 해결하기 위하여 XMDR을 정의하고, 이를 이용한 동기화 에이전트 시스템을 제안하였다.

본 논문에서 제안한 XMDR은 데이터 동기화에 따른 이

질성을 해결하기 위하여 문서 표준인 XML과 데이터 통합 표준인 MDR을 이용하여 정의한다. 정의된 XMDR은 동기화 에이전트 시스템의 적용 에이전트에 의하여 지역 데이터 및 질의와 동기화 XML 변환을 위해 사용된다. 또한 동기화 에이전트 시스템은 동기화 정책으로 시스템 우선순위와 타임스탬프의 트랜잭션을 기본으로 하며, XMDR을 바탕으로 질의와 데이터를 XML 문서 형태로 변환하여 동기화 에이전트를 통해 동기화를 진행한다. 따라서 본 논문에서 제안한 동기화 에이전트 시스템은 이동에이전트를 이용하여 시스템의 안정성과 신뢰성을 확보하며, 동기화 참여 시스템의 증가에 따른 확장이 가능하다. 또한 적은 부하가 요구되는 모바일 환경에서의 동기화도 적용할 수 있다.

향후 연구 과제는 보다 다양한 데이터의 이질성을 해결하기 위한 확장된 연구가 필요하다. 분산 데이터의 상호운용을 위한 데이터 간의 연관성을 비롯하여, 보다 복잡한 조건에 대한 데이터 이질성을 해결하는 동기화에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

[1] Balazs Goldschmidt, Zoltan Laszlo, "Mobile Agents in a Distributed Heterogeneous Database System", Parallel, Distributed and Network based Processing, IEEE, pp.123-128, Jan., 2002.

[2] Bhavani Thuraisingham, "XML Database and the Semantic Web", CRC Press, pp.80-85, 2002.

[3] David Barkai "Peer-to-Peer Computing Technologies for Sharing and Collaborating on the Net", Intel Press, pp.181-191, 2002.

[4] David Wang, "Automated Semantic Correlation between Multiple Schema Information Exchange", M.I.T, MM, May, 2000.

[5] E. Bertino and B. Catania, "Integrating XML and databases", Internet Computing, IEEE, Vol.5, No.4, pp.84-88, July, 2001.

[6] Giacomo Cabri, Letizia Leonardi, Franco Zambonilli, "Mobile-Agent Coordination Models for Internet Applications", Computer, IEEE, Vol.33, Issue 2, pp. 82-89, Feb., 2000.

[7] Heng Li, etc, "A framework for developing a unified B2B e-trading construction marketplace", Automation in Construction, Volume 12, pp.201-211, Mar., 2003.

[8] Isao Kaji, Yongdong Tan, Kinji Mori, "Autonomous Data Synchronization in Heterogeneous Systems to Assure the Transaction", High-Assurance Systems Engineering, IEEE proceedings, pp.169-178, Nov., 1999.

[9] R. Hull, "Managing semantic heterogeneity in database: a theoretical prospective", proceedings of the 16th, ACM SIGACT-SIGMOD-SIGART symposium on Principles of Database Systems, pp.51-61, 1997.

[10] Stavros Papastavrou, George Samaras, Evaggelia Pitoura, "Mobile Agent for World Wide Web Distributed Database Access", Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on, Vol.12, Issue 5, pp.802-820, Sept.-Oct., 2000.

[11] Todd Papaionnou, John Edwards, "Mobile Agent Technology Enabling The Virtual Enterprise : A Pattern for Database Query", Agent Based Manufacturing workshop, part of Agents 1998.

[12] Uwe Hansmann, Lothar Merk, Martin S. Nicklous, Thomas Stober, "Pervasive Computing", Springer, pp. 387-402, 2003.

[13] Uwe Hansmann, Riku Mettala, Apratim Purakayastha, Peter Thompson, "SyncML Synchronizing and Managing Your Mobile Data", PH PTR, pp.11 16, 2003.

[14] Vijay K. Garg "Elements of Distributed Computing", Wiley, pp.245-253, 2002.

[15] Wang Yan, Law K.C.K., "A Mobile Agent based System for Distributed Database Access on the Internet", IEEE Communication Technology proceedings, Vol.2, pp.1587-1590, Aug., 2000.

[16] ISO/IEC IS 11179, "Information technology -Specification and standardization of data elements", 2003.

[17] Microsoft BizTalk, <http://www.microsoft.com/biztalk/>

[18] 국윤규, 김운용, 정계동, 김영철, 최영근, "분산 DB 환경에서 동기화 이동에이전트", 한국정보처리학회 논문지A, Vol.10-A, No.4, Oct., 2003.

[19] 권은정, 용환승, "XML을 기반으로한 관계형 데이터베이스 메타데이터 리파지토리 설계및구현", 한국정보처리학회논문지D, Vol.9, No.1, Feb., 2003.

[20] 백두권, 최요한, 박성공, 이정욱, 정동원, "MDR과 온톨로지를 결합한 3계층 정보 통합시스템", 한국정보처리학회논문지D, Vol.10, No.2, April, 2003.

국 윤 규



e-mail : ykkook@cs.kwangwoon.ac.kr

1999년 광운대학교 전자계산학과(이학사)

2001년 광운대학교 컴퓨터과학과
(이학석사)

2003년 광운대학교 컴퓨터과학과
(박사과정 수료)

관심분야 : 컴포넌트 개발방법, 웹서비스, 분산시스템 분산컴퓨팅기술, 이동에이전트, 상호운용성

정 계 동



e-mail : kdjung@daisy.kwangwoon.ac.kr

1985년 광운대학교 전자계산학과(이학사)

1992년 광운대학교 산업대학원
진사계산학과(이학석사)

1999년 광운대학교 컴퓨터과학과
(이학박사)

1999년~현재 광운대학교 진산원 교수

관심분야 : 객체지향프로그래밍언어, XML 분산시스템, 분산컴퓨팅기술, 이동에이전트

최 영 근



e-mail : ygchoi@cs.kwangwoon.ac.kr

1980년 서울대학교 수학교육과(이학사)

1982년 서울대학교 계산통계학과(이학석사)

1989년 서울대학교 계산통계학과
(이학박사)

1992년~현재 광운대학교 컴퓨터과학과 교수

1992~2000년 광운대학교 진산정보원 원장

2002~2004년 광운대학교 교무연구처장

관심분야 : 프로그래밍 언어, 병렬 프로그래밍언어, 객체지향 설계 및 분석, 분산 컴퓨팅기술, 이동에이전트, 상호운용성