

P2P 네트워크 기반의 Query Rewriting을 이용한 멀티 에이전트 시스템 설계

마진*, 문석재*, 정계동*, 최영근*

*광운대학교 컴퓨터과학과

e-mail : baros@kw.ac.kr, msj8086@gmail.com, gdchung@kw.ac.kr,

ygchoi@kw.ac.kr

Design of Multi-agent system based on the P2P Networks using Query Rewriting

Jin Ma*, Seok-Jae Moon*, Gye-Dong Jung*, Young-Keun Choi*

*Dept of Computer Science, Kwang-Woon University

요 약

본 논문은 P2P기반의 Query Rewriting을 이용한 멀티 에이전트 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 Query Rewriting을 이용해 P2P의 이기종간 데이터 의미충돌 문제에 초점을 맞춰 데이터 상호 운용성을 높였다. 그리고 메타데이터 표현에 대한 매커니즘과 P2P 온톨로지 매핑, 그리고 질의응답에 대한 기법을 제시하였다. 또한 MSO(Meta Semantic Ontology)에 매핑을 표현 하기위해 Map을 이용하였고, 로컬 데이터 소스의 이질성을 고려한 Query Rewriting 기법을 제시하였다.

1. 서론

Peer-to-Peer(P2P) 컴퓨팅 기술의 연구에 따르면, 동적 P2P시스템들의 견고성, 구성원들(peers)의 신뢰성, 네트워크 성능, 데이터 조정 및 의미적 문제들이 노출되어 있다. 이러한 문제들 중에서 데이터 호환성은 중요하다. 특히 데이터소스가 P2P 네트워크에 있는 경우에 P2P 데이터 관리 시스템은 P2P 인프라 기반에서 데이터 통합 스키마를 결합한다. 또한, 온톨로지의 사용은 의미 단계에서 자신의 데이터 이질성을 해결하여 분산된 소스들 사이에서 상호 운용성을 높일 수 있는 효과적인 접근방식으로 인식되고 있다. 이 두 가지 연구 동향은 온톨로지의 출현으로 인해 P2P 기반의 데이터 관리 시스템을 이끌었다. P2P 온톨로지 매핑과 질의 처리는 P2P 기반의 데이터 관리 시스템에서 중요하게 논의되는 이슈이다. 온톨로지는 표준 로컬 소스에서 개념적 메타 데이터로 사용되는 동안 표현된다. 다른 peer들의 소스와 구문적 이질성, 스키마와 의미적 이질성은 여전히 존재한다.[1] 그것에 의해, 온톨로지 매핑은 일반적으로 peer 사이에 자신의 데이터 소스를 제공하기 위해 생성되었다. 이러한 온톨로지 매핑에 기초하여, 데이터 통합, 질의 처리, 데이터 교환과 같은 다양한 데이터 관리 작업들을 전체적으로 P2P 기반 XMDR 관리 시스템 내에서 수행 할 수 있다. 본 논문에서는 P2P기반의 Query Rewriting을 이용한 멀티 에이전트 시스템을 제안하였다. 그리고 이기종 소스의 스키마를 나타내기 위해 MSO(Meta Sematic Ontology)[2]를 사용하였다. 온톨로지 상에서 이러한 메타데이터 간의 의미적 매핑을 표현하기 위해 매핑 맵을 제안하였고, 매핑 스키마를 사용하여 메타 온톨로지를 호출하였다. 또한 peer를 관리하는 프레임워크를 제안하였고 그 계층화된 프레임워크에서 P2P 질의응답의 과정을 연구하였다.

P2P매핑맵은 일부 매핑언어에 비해서 간단하며 Equivalent, Broad, Narrow, Union 매핑을 적절하게 표현하였다. 본 논문은 MSO의 온톨로지에서 특정 클래스와 연계되는 질의를 고려하여, P2P Query Rewriting을 제시하였다. 즉, P2P 기반의 Query Rewriting을 이용하여 멀티에이전트 시스템을 설계하겠다.

2. 관련연구

2.1 XMDR

XMDR(ISO/IEC 11179)은 정보공유 교환을 위한 표준인 MDR과 정보의 효율적인 이용을 위한 온톨로지 시소러스를 결합한 개념으로써[3], 레거시시스템에서 관리, 운용되고 있는 관계 데이터베이스들은 서로 데이터를 표현하는 스키마 정보가 다르다. 이러한 데이터의 이질적 문제가 발생하는데 이를 해결하기 위해 적합한 개념이다.[4]

이러한 XMDR은 MSO, InSO, ML로 구성하고 각 구성의 기능은 다음과 같다.[2]

■ **MSO(Meta Semantic Ontology)** : 메타데이터 간의 관계성과 이질성을 해결한다. MSO는 각 레거시 시스템을 통합하기 위한 표준을 결정하고, 이 표준과 관련된 스키마 정보를 통해 스키마 정보 온톨로지를 생성하고, 이것을 통해 메타데이터의 관계성과 이질성을 해결한다.

■ **ML(Meta Location)** : MSO와 연계하여 각 레거시 시스템의 데이터베이스의 물리적인 위치정보 및 접근권한 정보를 관리한다.

■ **InSO(Instance Semantic Ontology)** : 실제 데이터 값들 사이의 이질성을 해결한다. 실제 데이터는 표현의 차이로 서로 다른 데이터로 인식하는 데이터들이 있다. 이러한 데이터들의 연관성과 의미를 파악하여 온톨로지로 생성한 것이다.

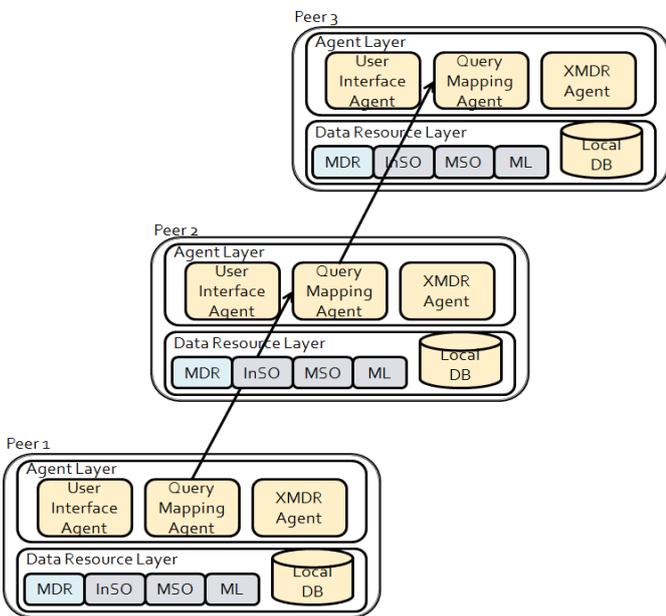
위와 같이 정의된 요소들은 ISO/IEC 11173-3에서 제안한 데이터의 속성 명세를 따른다. 데이터의 기본 속성은 식별속성, 정의속성, 관계속성, 표현속성으로 다음과 같다.

- **식별속성(Identify Attribute)** : 데이터 요소의 식별을 위한 속성
- **정의속성(Define Attribute)** : 데이터 요소의 의미를 갖는 속성
- **표현속성(Presentation Attribute)** : 데이터 요소의 표현방식에 따른 속성

3. 시스템 제안

3.1 시스템 설계

본 논문에서 제안한 시스템은 P2P환경에서 멀티에이전트를 이용하여 분산되어 있는 데이터베이스들이 독립성을 유지하면서 하나의 인터페이스를 제공할 수 있도록 데이터를 통합을 하고 그로인해 발생하는 이질성을 해결할 수 있도록 설계한 것으로 (그림 1)과 같다. 멀티에이전트 시스템은 Agent Layer와 Data Resource Layer로 구성된다.



(그림 1) 멀티 에이전트 시스템 구조

3.2 시스템 구성요소

3.1에서 설계한 시스템 구조의 구성요소는 다음과 같다.

■ Interface Layer

Interface Layer는 사용자 인터페이스인 UIA와 사용자 질의를 생성하는 QMA 그리고 XA로 구성된다.

■ User Interface Agent(UIA)

사용자가 사용할 수 있는 표준 인터페이스를 제공하고 XMDR을 이용하여 데이터 요소를 추출하고 질의를 요청하여 질의 결과를 보여주는 역할을 한다.

■ Query Mapping Agent(QMA)

UIA(User Interface Agent)에 요청한 질의를 이용하여 사용자 질의를 생성, 삭제 등의 관리를 하며, 사용자 질의를 XMDR Layer에 전달한다.

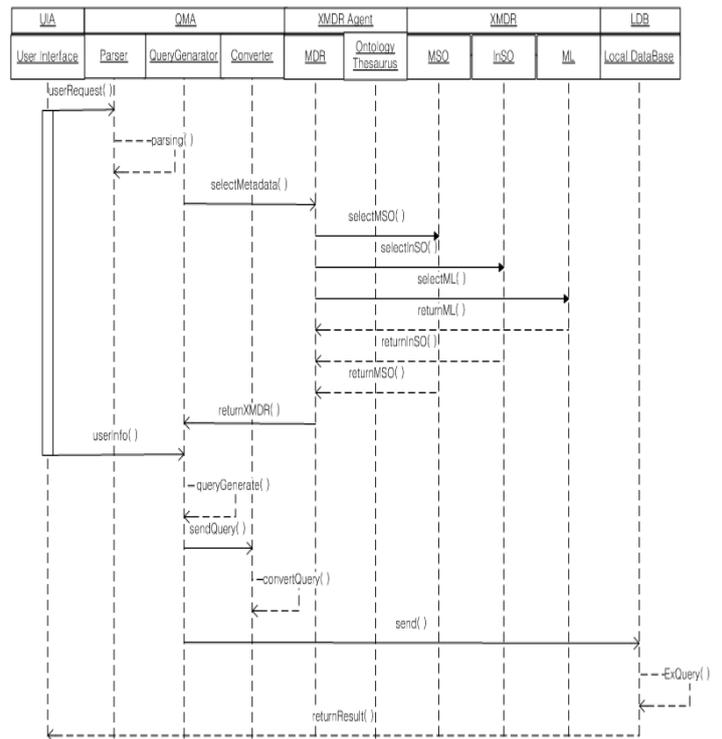
■ XMDR Agent(XA)

표준 MDR과 XMDR 구성요소인 MSO, ML, ISO의 정보를 이용하여 데이터 요소 사상을 관리한다.

■ Data Resource Layer

Data Resource Layer는 실제 연동되는 데이터베이스인 Local DB와 표준정보를 갖고 있는 MDR과 XMDR의 구성요소인 MSO, InSO, ML로 구성된다.

3.3 시스템 프로세스



(그림 2) 통합 검색 과정

본 논문에서 제안한 시스템에서 데이터를 통합하는 프로세스의 전체 흐름은 그림 2와 같다. 사용자가 검색을 요청하면 QMA에 접근함으로써 Peer시스템에 접근하여 원하는 정보와 사용자의 요구사항에 따른 결과를 검색할 수 있다. (그림 2)는 사용자가 검색을 요청함으로써 발생하는 작업 과정이다. 사용자의 요청에 의해 XMDR과 온톨로지 시소러스의 표준정보에 접근하여 각 peer 시스템에 적합한 질의로 변환하고 매핑 한 다음 질의를 수행한다.

그리고 각 peer 시스템에 적합하게 작성된 질의를 사용자가 XMDR 표준정보로 볼 수 있도록 변환한다.

각 작업을 보면 다음과 같다.

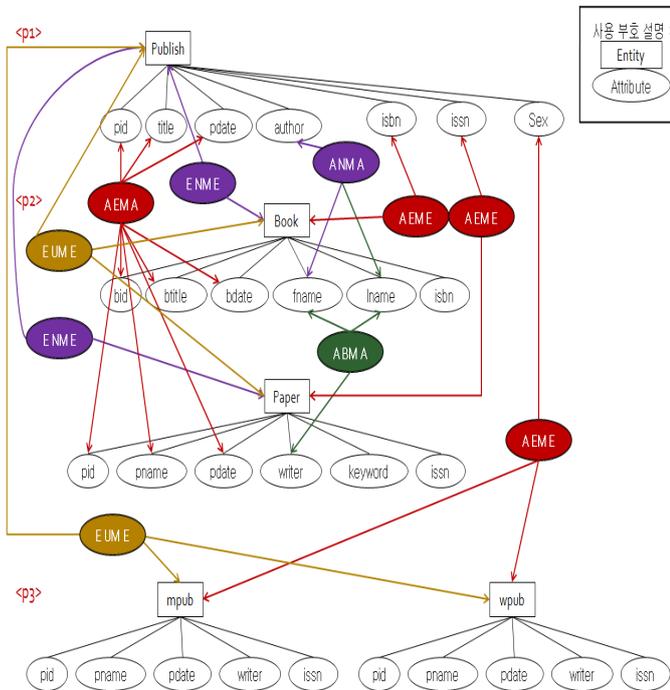
- userRequest(): 사용자의 요구사항을 QMA에 전송함으로써 검색시작
- selectMetadata(): XMDR Agent에 표준정보 검색을 요청
- selectMSO(), selectInSO(), selectML: XMDR의 MSO, InSO, ML 정보를 요청
- returnXMDR(): 검색된 표준정보를 QueryGenerator에 전송
- userInfo(): 사용자의 입력한 검색 정보를 전송
- queryGenerate(): 사용자 입력정보에 따라 질의 생성
- sendQuery(): 생성된 질의를 Converter에 전송
- convertQuery(): 전송받은 질의를 XML Query로 변환
- send(): 변환된 XML Query를 LocalDataBase로 전송
- ExQuery(): 표준질의를 Peer시스템에 적합한 질의로 변환하여 수행
- returnResult(): peer시스템의 검색결과를 표준정보에 맞게 변환하여 사용자가 볼 수 있도록 함

3.4 P2P 온톨로지 매핑

P2P 매핑은 관련된 두 Peer들 사이에 로컬 스키마가 어떻게 명세 되었는지, 그리고 P2P 질의응답에 대해 기초를 제공하며 매핑 처리과정을 설명할 것이다. P2P Mapping에서는 MSO를 이용하여 peer데이터 소스간의 이질성을 해결하였다.

3.4.1 MSO의 메타 온톨로지

1:1 대응은 Equivalent(EquivalentMap), Broad(BroadMap), Narrow(NarrowMap)으로 표현한다. 모든 타입의 매핑은 일반적인 테이블의 Map으로부터 상속이 정의된다.



(그림 3) 온톨로지에서의 P2P매핑의 예

그림 3에서 P1의 엔트리뷰트 author를 P2의 엔트리뷰트 fname과 lname형태로 나타낼 수 있으므로 Attribute와 Attribute간 NarrowMap(A NM A)매핑이 가능하다.

각 맵들의 정의는 다음과 같다.

- A EM A : 엔트리뷰트와 엔트리뷰트가 동등관계이다.
- A EM E : 엔트리뷰트와 엔티티가 동등관계이다.
- E NM E : 엔티티와 엔티티가 축소관계이다.
- A BM A : 엔트리뷰트와 엔트리뷰트가 확장관계이다.
- E BM E : 엔티티와 엔티티가 확장관계이다.

4. Query Rewriting Mechanism

모든 Peer스키마의 메타데이터는 각 Peer의 DataResource Layer에서 Local Ontology로 표현할 수 있다. 본 논문에서는 Peer 스키마를 Local Query로 처리하였고 질의 방법은 다음과 같다.

```

SELECT 치환연산필드명
FROM [View명].Peer_DB.Table.Attribute.[치환연산필드명 1]
      " [치환연산필드명 2]
      "
      " .....
      " [치환연산필드명 n]
WHERE Fieldlisti = "Value";
    
```

이 질의는 FROM절에서 사용한 치환연산필드명 중에서 i번째 치환연산필드명의 값을 WHERE절에서 요청하여 검색한다.

다음은 3.4.1의 그림 3에서 p1의 엔트리뷰트 author와 p2의 엔트리뷰트 fname과 lname을 A NM A로 표현한 Query Rewring의 예이다.

- 1) SELECT 도서명, ISBN번호
 FROM [temp] p1.Publish.title.도서명
 [temp] p1.Publish.author.저자명
 [temp] p1.Publish.isbn.ISBN번호
 WHERE 저자명 = "chung"
- 2) SELECT 도서명, ISBN번호
 FROM [temp] p2.Book.btitle.도서명
 [temp] p2.Book.fname.저자명1
 [temp] p2.Book.lname.저자명2
 [temp] p2.Book.isbn.ISBN번호
 WHERE 저자명1= "chung" OR 저자명2 ="chung"

다음은 p1과 p2의 Publish테이블과 Book테이블에서 이름에 chung이란 단어가 들어가는 저자가 쓴 도서명과 ISBN을 출력해주는 질의이다. 1)에서는 이름을 나타내는 치환연산 필드명이 저자명 이었는데 2)에서는 fname과 lname으로 나뉘어져 있으므로 Y1,Y2로 치환연산필드명을 사용하여 WHERE 절에서 저자명1이나 저자명2 필드 중에 "chung"이란 단어가 들어가는 정보를 찾도록 하였다.

그리고 E UM E의 경우 다음과 같이 처리 할 수 있다.

- 3) SELECT 도서명, ISBN번호, 발행일
 FROM [temp] p1.Publish.title.도서명
 [temp] p1.Publish.isbn.ISBN번호
 [temp] p1.Publish.pdate.발행일
 WHERE 도서명 = "%자바%"

```
4) SELECT 도서명, ISBN번호, 발행일
FROM [temp] p2.Book.btitle.도서명
[temp] p2.Book.isbn.ISBN번호
[temp] p2.Book.bdate.발행일
WHERE 도서명 = "%자바%" UNION
```

```
SELECT 도서명, ISBN번호, 발행일
FROM [temp] p2.Paper.pname.도서명
[temp] p2.Paper.issn.ISBN번호
[temp] p2.Paper.pdate.발행일
WHERE 도서명 = "%자바%" UNION
```

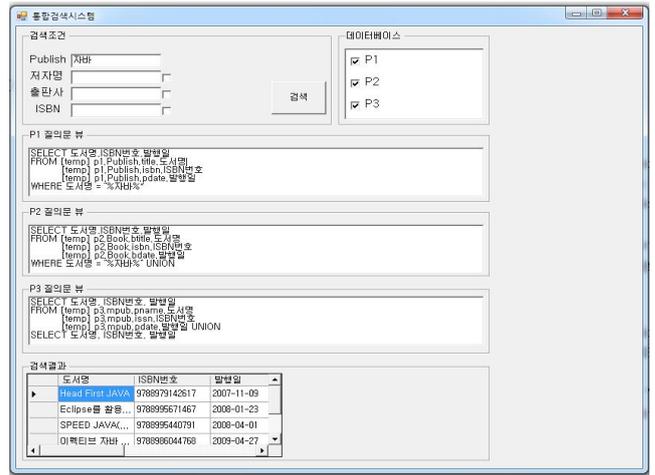
```
SELECT 도서명, ISBN번호, 발행일
FROM [temp] p3.mpub.pname.도서명
[temp] p3.mpub.issn.ISBN번호
[temp] p3.mpub.pdate.발행일 UNION
```

```
SELECT 도서명, ISBN번호, 발행일
FROM [temp] p3.wpub.pname.도서명
[temp] p3.wpub.issn.ISBN번호
[temp] p3.wpub.pdate.발행일
WHERE 도서명 = "%자바%"
```

치환 연산 필드명을 도서명, ISBN번호, 발행일이라 정하고 Book 엔티티와 Paper 엔티티에서 내용을 검색한다. 각 peer의 테이블마다 갖고있는 애트리뷰트명은 다르지만 치환연산필드명이 출력값으로 사용된다. 4)는 Book 테이블과 Paper 테이블, mpub와 wpub 테이블의 치환연산필드명을 정의하여 그림 4와 같은 결과화면이 나타난다. 위와 같은 질의 방법으로 NM 관계 및 여러 애트리뷰트와 엔티티간의 관계도 나타낼 수 있다.

5. 시스템 실행 예시

본 논문의 시스템은 Windows Server 2008, .NET2008로 구축하였으며 Peer시스템들의 레포지토리는 Oracle을 사용하여 등록하였고, Proxy-DB는 SQL서버를 사용하였다. 적용 사례는 통합 검색시스템 중 출판물 중에 자바란 단어가 들어가는 출판물을 검색하는 것이다. P2와 P3의 테이블에는 Book과 Paper, mpub, wpub가 존재하지만 치환연산필드명을 사용하여서 검색결과에는 도서명, ISBN번호, 발행일로 출력이 되었다. (그림 4)는 데이터베이스를 선택하고 Publish를 검색하였을 때 각각의 Peer시스템에 등록된 출판물중에 자바란 단어가 들어간 출판물을 검색하고, 사용자가 선택한 데이터베이스에 등록된 출판물만을 보여주는 인터페이스를 예시하였다.



(그림 4) 결과화면

6. 결론

본 논문은 P2P기반의 Query Rewriting을 이용한 멀티 에이전트 시스템 제안하였다. 제안한 시스템은 데이터 통합에서 나타나는 이질적인 문제를 XMDR이 해결하고, 데이터의 교환, 공유, 검색은 XMDR을 기반으로 한 Query Rewriting 기법을 이용하였다. 수집된 데이터를 저장하는 역할은 Peer시스템에서 하도록 구성되었다. 제안한 시스템의 특징은 검색결과가 저장될 테이블명과 필드명을 미리 지정한 뒤, 치환하여 사용자에게 출력된다는 점이다. 본 시스템은 분산된 레거시 데이터베이스간의 협업 환경 구성에 적합하며, 실시간 기업환경에서 빠른 정보 전달과 업무 지원 환경에 적절한 시스템이다. 이후에 워크플로우 시스템간의 데이터 통합이 되도록 확장해야 하며, 기업환경에서 다양한 서비스를 제공하기 위한 서비스 계층이 확장되도록 데이터를 지식관리 수준까지 향상시키는 연구가 필요하다.

참고문헌

[1] McGuinness, D, Fikes, R, Hendler, J. and Stein, L., "DAML+OIL : an ontology language for the Semantic Web", IEEE Intelligent Systems, Vol. 17, No. 5, pp.72-80, 2002

[2] SeokJae Moon, GyeDong Jung, YoungKeun Choi, "XMDR-DAI based on GQBP and LQBP for Business Process", AST2010, SCI-E 2010.7 pp72-85

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

[4] Kevin D. Keck and John L. McCarthy, "XMDR: Proposed Prototype Architecture Version 1.01" <http://www.xmdr.org> February 3, 2005