

홈 네트워크 ORDBMS 적용 기술

한국전자통신연구원 이창은* · 문경덕
서울대학교 이재용

1. 서 론

인터넷 이용자의 폭발적인 증가와 기술의 발전, 그리고 홈 네트워크 확산은 네트워크의 디지털화와 광대역화로의 변혁을 요구하고 있다. 정보망의 디지털화는 초기 기간 망(Backbone Network)으로부터 시작하여 지금은 액세스 망에서 급속한 발전을 이루고 있으며, 이러한 추세는 이제 홈 네트워크로 확산되고 있다. 또한 정보통신 서비스 특성도 유선과 무선의 통합, 방송과 통신의 결합, 멀티미디어 서비스의 전개와 같은 패러다임 변화를 수용하는 유무선 통합 구조로 발전되어 가고 있다. 가정을 디지털 네트워크로 연결하는 홈 네트워크는 PC 및 각종 정보가전기기 간의 정보전달과 정보의 공유를 통해 다양한 서비스를 구현할 수 있다. 홈 네트워크상에 데이터베이스 시스템은 이와 같은 다양한 정보가전기기들에서 발생하는 중요한 많은 양의 데이터들을 효율적으로 유지 관리하여 이 데이터들을 기반으로 각종 클라이언트를 통해 월별, 일별, 시간별 에너지 사용량을 도표화 할 수 있으며, Set Point 및 Schedule 제어도 가능하게 함으로써 에너지 관리(Energy Management)를 할 수 있는 기반을 마련해 준다. 또한 정보가전기기 및 각종 센서들의 운행 상태를 DBMS를 통해 이력화 하여 고장 및 고장 증후를 원격지에 있는 서비스 공급자로 하여금 신속하게 파악할 수 있는 기반을 마련해 준다. 이를 위해 제안한 홈 네트워크 자동화 시스템(그림 1)은 홈 네트워크상의 각종 기기들의 고장 및 운행 상태 등을 실시간 처리하여 데이

터베이스 시스템에 자료를 수집하고, 수집된 자료를 분석하여 각 기기들의 고장 원인을 진단하거나, 고장 발생 가능 증후를 파악하여 고장을 사전에 예방할 수 있게 하고, 데이터베이스 시스템에 저장되어 있는 각종 상황에 따르는 Set Point Value 및 Schedule Value 등을 통해 에너지 관리를 효율적으로 할 수 있게 하는 유지 보수의 근간이 되는 시스템이다.

홈 네트워크 자동화 시스템은 다수의 정보가전기기들로부터 전달되는 다량의 정보를 효과적으로 저장할 수 있는 데이터베이스가 있고, 이 정보를 통해 통계분석, 고장진단, 정보 조회 등을 인터넷을 통해 서비스할 수 있는 다양한 종류의 응용 프로그램으로 구성된다. 그러므로 데이터베이스는 이런 다양한 정보의 일관성 있는 저장 및 다양한 응용 프로그램의 결과 저장을 용이하게 하기 위해서 필수적이다. 본

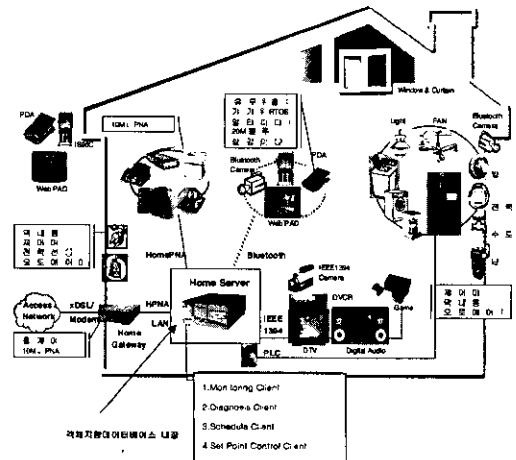


그림 1 홈 네트워크 시스템

* 정회원

고에서는 홈 네트워크 시스템의 효율적인 정보 관리를 위하여 객체 관계형 데이터베이스(ORDBMS)를 사용하였다.

2. 홈 네트워크용 RDBMS 및 파일 시스템의 한계

RDBMS는 약 15년간에 걸쳐 다듬어지고 개발되어왔다. 하지만 아직도 일부 기능에 있어서는 상당한 취약점을 가지고 있는 것이 사실이다. 객체지원, 다차원 테이블, 계층을 포함하는 데이터 지원 등이 그 대표적인 예이다. 특히 C++나 스몰토크와 같은 객체 지향 프로그래밍 언어와의 인터페이스가 효과적으로 이뤄지지 않는다는 점은 객체 기술에 접근하는데 있어 큰 단점으로 지적되고 있다. 특히 본 고에서와 같이 디바이스간의 다양한 연동작업과 빠른 응답을 요구하는 홈 네트워크 자동화 시스템에 적용할 시에는 다음과 같은 제한 점을 가지고 있다. 홈 네트워크 자동화 시스템은 한 정보와 연동되는 장비들이 동시에 해당 정보를 요구할 시에 신속한 질문(Query)에 대한 응답(Response)을 통해 작동하여야 한다. 예를 들어 도어를 열 경우 현관문의 진동이 커지고 현관에 있는 알람 벨이 울리며 카메라가 녹화를 시작할 경우가 각각의 디바이스에 대한 Schedule 및 Set Point 동작들은 홈 서버에 설계된 Schedule 및 Set Point Control과 관계된 테이블로부터 값을 읽어와 이벤트에 해당되는 동작에 따라 작동하게 된다. 이럴 경우 발생된 이벤트에 대하여 각각의 디바이스들과 홈 서버간에 신속한 데이터 공유가 이루어져야 하는데 RDBMS는 복합 관계 데이터를 추출하기 위해서 각 테이블 간의 조인(Join Operation) 등과 같은 복잡한 오퍼레이션을 하여야 하며, 이는 검색결과에 많은 시간이 소요되므로, 신속한 데이터의 조회 결과가 요구되는 시스템에는 적합하지 않다. 또한 위와 같은 복합관계 데이터모델링과 분산 데이터 관리를 쉽게 구현하기 위해서는 다양한 User-Define 데이터 타입이 지원되어야 하는데 RDBMS는 built-in 데이터 타입만을 지원함으로써 복합 데이터모델링을 쉽게 구현할 수 없다. 그리고 홈 네트워크 자동화 시스템에서와 같이 여러 클라이언트들이 동시에 해당 정보를 요구할 시에 RDBMS는 저장 프로시저(stored procedure)를 제공하고 있으나 재사용을 할 수 없으므로 새로운 프로시저를 작성해야 하는 불필요성이 발생하게 된다.

다. 위와 같이 관계형 데이터베이스 시스템을 이용하였을 시에는 위에서 언급한 문제들로 인하여 효율적인 홈 네트워크 자동화 시스템을 구현하는데 제한 사항이 많다. 이와 더불어 근래에 내장형 시스템을 겨냥한 파일단위의 데이터베이스 시스템이 많이 나오고 있다. 이와 같은 시스템은 대부분 Standalone 시스템을 Target으로 하기 때문에 시스템 Image가 작다는 장점은 가지고 있으나 많은 정보량을 다루고, 원격검침 등과 같은 다중 서비스 공급자가 정보를 사용해야 하는 다중 사용자 환경에는 적합하지 않다.

다음은 위와 같은 RDBMS 및 Standalone 파일 시스템의 문제점들을 상당히 개선할 수 있는 객체 지향적 모델의 특징에 대해 나열해 보도록 하겠다.

3. 홈 네트워크용 객체 관계형 데이터 베이스

홈 네트워크용 데이터베이스는 기본적으로 데이터를 저장, 관리, 검색, 활용하기 위한 목적을 가지고 있다. RDBMS는 이러한 업무를 테이블이라는 구조로 처리하는데, 이는 2차원의 평면 구조로 이루어져 있다. 이에 반하여 3차원 구조의 객체 기술을 지원하는 홈 네트워크용 객체 지향 기술의 가장 큰 장점은 홈 네트워크 상에 있는 다양한 종류의 디바이스들을 더욱 효과적으로 표현할 수 있으며, 객체 타입의 데이터를 쉽게 구현하고 저장할 수 있다는 것이다. 객체 지향 방법론에 기반한 데이터 모델링과 직접적으로 연계되기 때문에 객체의 특성을 그대로 데이터베이스에 반영할 수 있다. 객체 기술이 제공하는 상속성, 다형성, 캡슐화 등 3대 속성과 함께 클래스, 사용자 정의 데이터타입 등의 특징을 가지고 복합관계 데이터모델링과 분산 데이터 관리를 쉽게 구현하며, 각 테이블 간의 조인역시 오브젝트 ID를 할당함으로써 신속한 데이터의 조회 결과에 따른 속도를 향상시킨다. 트랜잭션에 있어서도 트랜잭션 관리 기능이 포함되어 있어 멀티미디어 데이터의 사용이 많은 홈 네트워크에서 매우 유용하다. 본 고에 적용한 객체 관계형 데이터베이스는 객체 지향적 기술을 이용하여 홈 네트워크용 데이터베이스로서의 다음과 같은 관계형 데이터베이스의 제한성을 상당히 완화시켜주고 있다.

1. User Define Data Type이 제공된다.
2. 데이터베이스 안의 모든 객체는 유일하고 영속

하는 OID를 가진다.

3. 관계형 데이터베이스에서 사용하는 foreign key를 사용하지 않고, 사용자 정의 도메인을 사용한다
4. 이미 만들어진 클래스를 또 만들지 않고 다시 사용한다(상속).
5. 행과 열이 지나는 점에 한 개 값 이상을 부여할 수 있다. 이는 일대다 와 다대다 데이터 관계의 생성을 쉽게 표현할 수 있게 한다.

4. 홈 네트워크용 객체 관계형 데이터베이스의 Semantic Relation Model

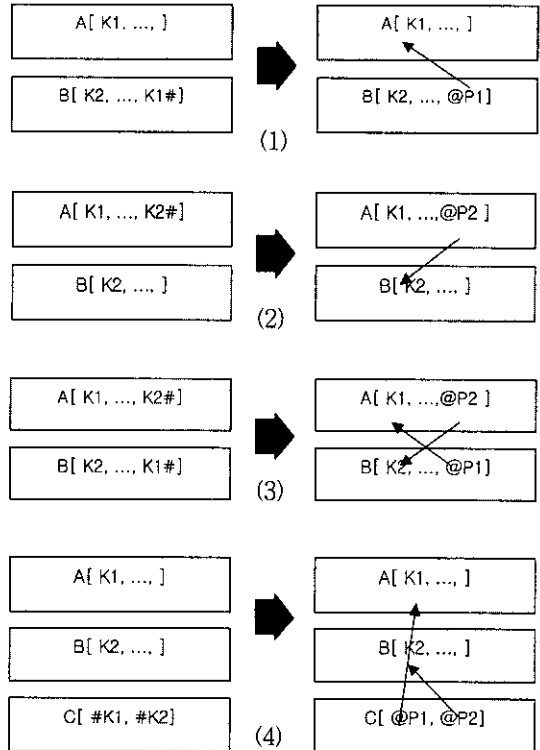
관계형 데이터베이스 시스템으로부터 복합관계 데이터모델링과 분산 데이터 관리를 쉽게 구현하기 위한 홈 네트워크용 객체 관계형 데이터베이스 시스템으로의 변환은 다음 단계를 통해 이루어질 수 있다. 먼저 테이블 구조를 계승구조로 구성함으로써 시스템 구조를 이해하기 편리한 구조로 변환시키고(복합관계를 줄이는데 효과가 있음), 다음으로 아래와 같이 일대일, 일대다 또는 다대다 관계를 포인터를 이용하여 재구성해야 한다.

4.1 one-to-one relationships

관계형 모델은 A와 B사이의 1대 1관계를 실현시키기 위해서 4가지 Solution을 제공한다. 1)과 2)는 대칭적이다. 따라서 Designer는 foreign key attribute 값에 Null을 얻지 않는 구조를 선택해야 한다

- (1) B의 foreign key attributes를 제거하고 B에 도메인이 A인 새로운 attribute를 추가한다
- (2) A의 foreign key를 도메인이 B인 단일 attribute로 대체시킨다. 이것은 A와 B 사이에 역 링크(inverse link)를 수립한 경우이다
- (3) A의 foreign key를 유지하고 A에 도메인이 B인 새로운 attribute를, B에는 도메인이 A인 다른 새로운 attribute를 추가한다. 이것은 두 테이블간의 역 링크를 수립함과 동시에 기존 응용 프로그램을 조금의 수정만으로도 재사용할 수 있게 하는 방법이다
- (4) Foreign key Attribute와 Pointer의 사용을 결합하는 방법

K : Primary key, # : Foreign key, @ : Pointer

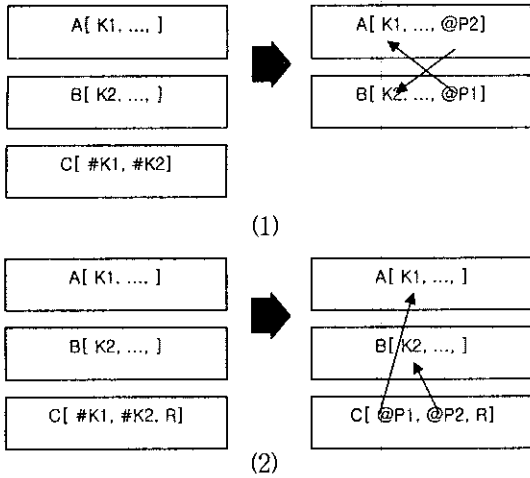


4.2 one-to-many, many-to-many relationship

만약 A가 B와 C의 primary key를 attribute로 가지는 테이블이라 하면, 여기에는 B와 C 사이에 many-to-many 관계가 존재한다. 이뎨 두 가지 경우가 있다. A가 foreign key 이외의 다른 attributes를 가질 때 B에 해당하는 A의 foreign key는 B를 도메인으로 하는 단일 attribute로 대체되고, 또한 C에 해당하는 A의 foreign key는 C를 도메인으로 하는 단일 attribute로 대체한다.

A가 foreign key를 제외한 다른 attributes를 가지고 있지 않을 시에는 위의 방법으로 그대로 사용할 수도 있으나, A를 제거하고 B에 도메인이 set(B)인 새로운 attribute를 추가하고, 도메인이 set(C)인 새로운 attribute를 C에 추가하는 방법이 더 유용하다.

이상의 방법을 통해 기존의 관계형 스키마를 홈 네트워크 시스템에 적합한 객체 관계형 스키마로 변형할 수 있었으며, 이 방법은 각 시스템의 문제의 특성에 따라 수정 보완되어 설계되어야 한다.



5. 성능 측정 및 결론

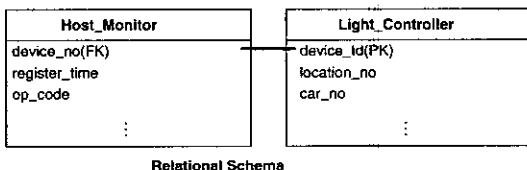
홈 네트워크용 객체 관계형 데이터베이스 시스템은 관계형 데이터베이스 시스템보다 다음과 같은 장점이 있음을 알 수 있었다.

5.1 Encapsulation

테이블의 데이터와 관련된 메소드를 추가하여 관리할 수 있다. 이 메소드의 호출로써 해당 기능을 수행할 수 있다. 자주 사용되거나, 특수한 기능 등은 데이터와 함께 관리함으로써 기능의 수정이 요구될 때 이 메소드의 변경만으로 간단히 처리할 수 있다.

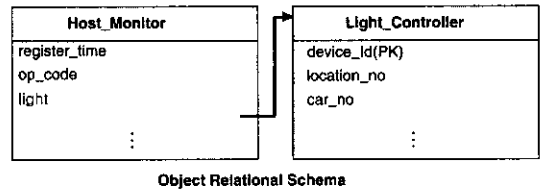
5.2 OID를 통한 객체의 질의 및 수정 결과

OID를 통한 객체의 질의 및 수정은 update object 구문을 사용한다. update object 구문은 OID를 통해 object를 직접 액세스하므로 속도 향상을 가져온다. 우선, 검색 질의를 통해서 OID를 구한 후, 해당 object에 대해 수정사항이 발생할 경우, update object 문은 다른 update 질의보다 속도향상을 가져온다. 다음의 예는 검색조건을 통한 검색 질의이다. 실험 결과와 같이 response time이 빠른 것을 알 수 있다.



Join Operation을 통한 관계형 스키마 질의 응답시간 : 3 secs

```
SELECT h.register_time, h.op_code, h.device_no,
       l.location_no, l.car_no
FROM Host_Monitor h, Light_Controller l
WHERE h.device_no = l.device_Id;
```



OID를 통한 객체 관계형 스키마 질의 응답시간 : 1 secs

```
SELECT register_time, op_code, light.device_Id,
       light.location_no, light.car_no
FROM Host_Monitor;
```

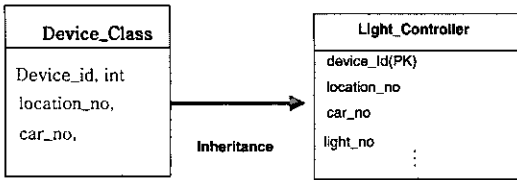
위와 같이 join operation과 OID pointer 방식을 사용했을 때는 2배 이상의 select response time의 차이가 있음을 알 수 있었다. 이외에도 복잡한 구조의 query에 대해서는 약 5~10배 이상의 차이가 생겼다.

5.3 상속을 통한 기존 스키마를 재사용함으로써 무익한 데이터의 중복문제 해결

상속이라는 것은 이미 만들어진 것을 다시 사용한다는 의미를 포함한다. 즉, 이미 만들어진 클래스를 또 만들지 않고 그 클래스를 다시 사용하는 것이다.

이때 그대로 사용하는 것 뿐만이 아니라 원하는 것을 추가할 수도 있고, 원하지 않는 것을 뺄 수도 있다. 또한 하나의 클래스에서 뿐만이 아니라 두 개 이상의 여러 클래스에서도 상속을 받을 수 있다. 상속의 단계에서 상속을 받은 클래스를 자식 클래스라 하고 상속되어지는 클래스를 부모 클래스라 고 한다. 이러한 상속의 특징을 이용하여 비슷한 성격의 객체에서 공통적인 속성을 뽑아 하나의 클래스를 만들고 이를 상속하여 서로 다른 클래스를 추가하는 방식으로 설계를 하면 데이터의 중복문제를 해결 할 수 있다. 이렇게 하여 만들어진 자기 클래스에 대하여 질의를 할 수 있으며, 또한 부모클래스에 질의하여 전체의 결과를 다 볼 수도 있다.

다음은 상속을 통하여 클래스를 구성하는 예를 나타낸다.

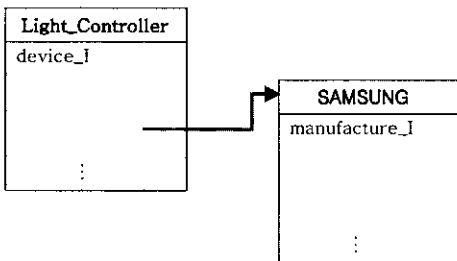


5.4 RDBMS의 foreign key를 제거한 composition 구조

RDBMS(relational database)에서 사용하는 foreign key를 제거하기 위해서 사용한다. 사용자 정의 클래스를 도메인으로 가지는 것을 composition이라고 하는데 Composition은 아래와 같은 방법으로 정의할 수 있다.

1. 참조 대상이 되는 클래스를 먼저 정의한다. 즉, foreign key를 primary key로 가진 클래스를 정의한다.
2. 참조를 하는 클래스를 정의한다. 여기서 foreign key의 도메인에 앞서 정의한 참조대상 클래스 이름을 적어준다.

다음은 홈 네트워크 시스템에 적용한 Composition의 예를 나타낸다.



5.5 결론

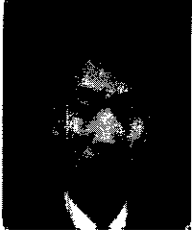
본 고에서는 홈 네트워크 시스템의 데이터 관리를 객체 지향 개념을 도입한 ORDBMS를 적용하여 복합관계 데이터모델링과 분산 데이터 관리를 쉽게 구현하는 방법에 대해 보여주었다. 이를 통해 RDBMS를 홈 네트워크 시스템에 적용했을 경우 발생하는 여러 문제점을 상당히 극복하는 것을 보여 주었다. 이와 같이 ORDBMS를 적용하여 데이터 모델링을 하였을 경우 지속적인 사용자의 요구에 즉각적으로 대응할 수 있는 데이터베이스 구조를 이룰 수 있으며, 복잡 다양한 홈 네트워크 시스템의 각종 디바이스에 대한 정보 관리를 효율적으로 쉽게 관리 할 수 있다. 현재 오라클, IBM, 마이크로소프트, 인포믹스, 사이

베이스 등이 시장점유 영향으로 많은 시스템에서 데이터 및 정보 관리를 위해 관계형 데이터베이스를 주로 사용하고 있지만 다양한 분야에서 객체 지향 기술을 적용한 데이터 모델링을 통해 향상된 성능을 밝히고 있으므로 향후에는 다양한 분야에 객체지향 데이터베이스 기술이 적용될 것으로 사료된다. 객체관계형 데이터베이스 시스템은 위에서 보여준 장점 이외에 많은 특징을 가지고 있다. 특히 트랙잭션 관리 기능에서 웹상에서 동시 트랙잭션을 처리하는 데에 상당한 이점을 제공하기 때문에 멀티미디어 데이터의 사용이 많은 분야, CAD/CAM이나 전자 상거래 시장은 물론 IT분야 전반에 향후 객체 관계형 데이터베이스 시장의 활성화가 절대적으로 영향을 미칠 전망이다. 이와 같이 계속해서 복잡해지고 있는 컴퓨팅 환경에서 효과적인 데이터 모델링을 수행, 이를 기반으로 시스템을 구축하고, 또 향후에 발생할 사용자들의 요구를 적절히 반영하기 위해서는 객체지향 기술에 대한 연구가 진행되어야 하며, 이를 활용하여 여러 응용분야에 적용해 보려는 시도가 계속되어야 한다.

6. 참고문헌

- [1] S.Ahmed, A.Wong, D.Sriram, R.Logcher, Object-oriented database management systems for engineering: a Comparison Journal of Object-Oriented Programming (1992) 27-44.
- [2] N. Ballou et al. Coupling expert system shell with an object-oriented database system, Journal of Object-Oriented Programming (1992) 27-44.
- [3] J.V Joseph, S.M Thatte, C.W. Thompson, D.L.Wells, Object-Oriented database : design and implementation, Proceeding of the IEEE 79(1) (1991).
- [4] S.Khoshafian, Insight into Object-Oriented databases, Information and Software Technology 32 (1990)274-289.
- [5] M. Kifer, W.Kim, Y. Sagir, Querying Object-Oriented databases, ACM SIGMOD (1992).
- [6] Narasimhaiah Gorla, An Object Oriented database design for improved performance : Data & Knowledge Engineering 37 (2001) 117-138.

이 창 은



1985 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1998 한양대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
2000 LG산전 발당시스템연구소 연구원
2001~현재 한국전자통신연구원 인터넷 정보 가전부 JAVA S/W 연구팀 연구원
관심분야: 통신 및 분산처리, Embedded System, 홈네트워킹, Wearable Computer, Java
E-mail: celee@etri.re.kr

이 재 용



1990 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1992 서울대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
2000 LG산전 발당시스템 연구소 BM팀장
2001~현재 IT관련 프리랜서 Manager 활동
관심분야: 데이터베이스, SI(System Integration), 홈네트워킹, 무선 인터넷, 게임 개발
E-mail: ljypyj@hanmail.net

문 경 덕



1992 한양대학교 전자계산학과 졸업(공학석사)
1996 시스템 공학연구소 연구원
1997 현재 한국전자통신연구원 인터넷 정보 가전부 JAVA S/W 팀장
관심분야: 홈네트워킹, Active Network, Ubiquitous Computing, Java
E-mail: kdmooon@etri.re.kr

● 2001 추계 학술 대회 ●

- 일 자 : 2001년 9월 15일
- 장 소 : 한국정보통신대학원대학교
- 주 최 : 병렬처리시스템연구회
- 문 의 처 : 송실대학교 컴퓨터학부 전문석 교수
Tel. 02-820-0680
E-mail : mjun@computing.soongsil.ac.kr