

유비쿼터스 지능공간에서 상황인지 기능 지원을 위한 RIB 프레임워크

이기혁*, 이상신**, 김재호**, 손기락*

한국외국어대학교 컴퓨터공학및정보통신공학부*, 전자부품연구원**

RIB Framework for Supporting Situation Awareness in Ubiquitous Smart Space

Ki-Hyuk Lee*, Sang-Shin Lee**, Jae-Ho Kim**, Kirack Sohn*

Hankuk University of Foreign Studies

Korea Electronics Technology Institute

E-mail : knockin81@hanmail.net, sslee@keti.re.kr, jhkim@keti.re.kr, ksohn@hufs.ac.kr

요약

본 논문에서는 유비쿼터스 모바일 디바이스가 주변 상황을 스스로 인지, 판단하여 서비스를 제공하는 유비쿼터스 지능공간의 구현을 위해 RIB 프레임워크를 제안한다. RIB 프레임워크에서 유비쿼터스 모바일 디바이스는 리소스 및 정보의 효율적인 관리를 위해 XML 형태의 저장방식을 가진다. 이 저장 공간은 새로운 정보의 추가, 수정, 삭제에 유연하며, XPath를 이용하여 질의에 응답한다. 또한 주변 유비쿼터스 모바일 디바이스에 제공할 수 있도록 내부정보로부터 resource description 정보를 생성할 수 있으며, 외부에서 수집된 정보를 자신에 디바이스에 맞게 변환하여 저장하는 기능도 제공한다.

1. 서론

미래의 유비쿼터스 컴퓨팅은 컴퓨터 시스템이 "언제 어디서라도(Anywhere, anytime)" 컴퓨팅 환경을 재구성할 수 있는 지능형 공간을 필요로 한다. 유비쿼터스 지능 공간(USS: Ubiquitous smart space)은 지능을 가진 오브젝트들을 환경에 내재시켜 시스템이 상황을 스스로 인지, 판단하여 사용자에게 맞는 서비스를 적시에 자율적으로 제공하는 서비스공간이다 [1][2]. 이런 유비쿼터스 지능공간에서 유비쿼터스 모바일 디바이스는 가지고 있는 각종 리소스들에 대한 정보를 저장하는 기능 및 저장된 정보에 대한 관리 및 질의 기능이 필요하다.

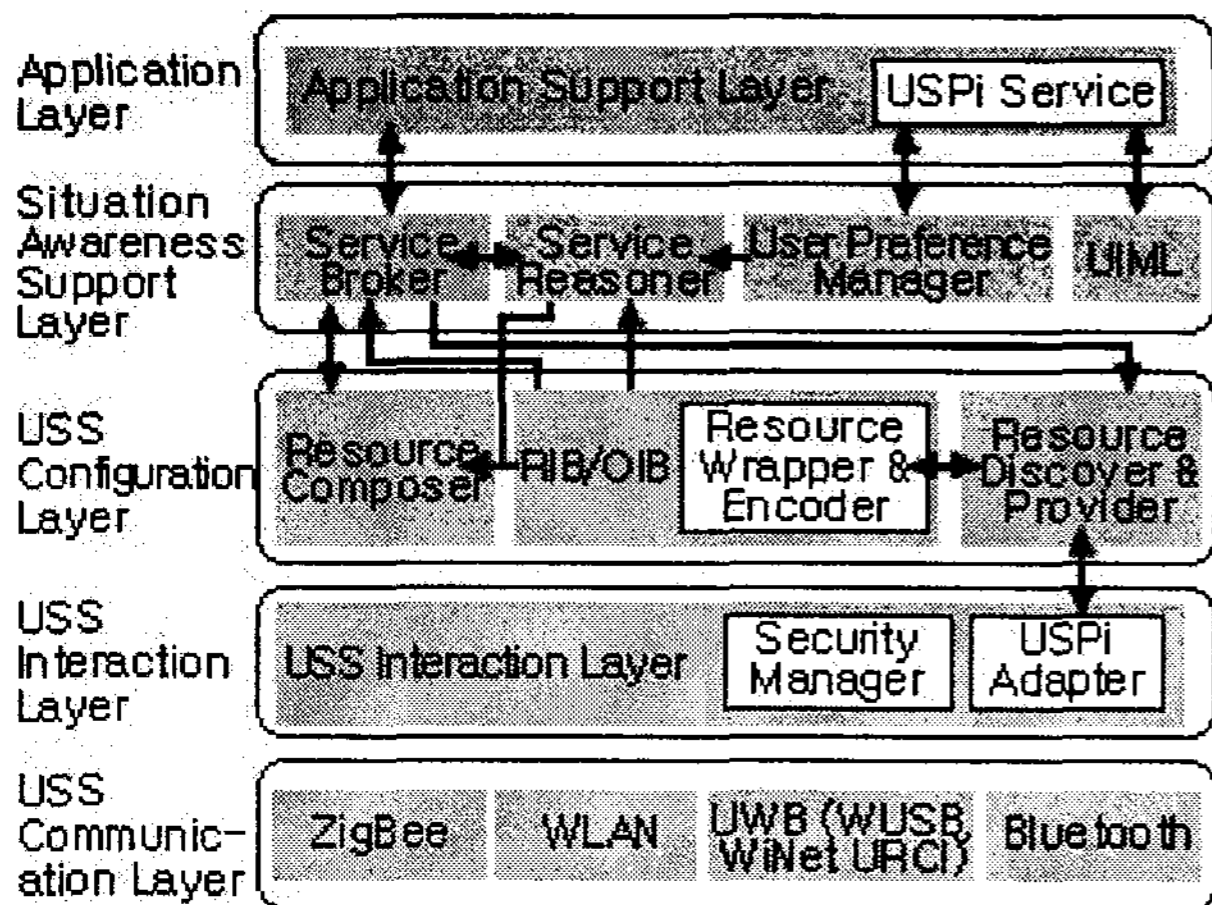
본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스컴퓨팅및네트워크원천기술개발사업의 지원에 의한 것임

또한 내부 정보를 이용하여 주변의 유비쿼터스 모바일 디바이스에게 제공 가능한 리소스들에 대한 세부 description 정보를 생성하는 기능도 필요하다.

이를 위하여 본 논문에서는 유비쿼터스 모바일 디바이스 내에 자원 정보 및 객체 정보를 XML [3] 형태로 표현한다. 그리고 주변의 유비쿼터스 장비간의 정보를 교환하기 위해 교환을 가능하게 하는 프레임워크가 필요하다. 각 디바이스는 이를 위한 저장 공간인 Resource Information Base(RIB)를 구성한다.

RIB는 리소스 및 정보를 효율적으로 저장할 수 있도록 XML을 기반으로 한 다단계의 category로 구성되며, 이 저장 공간은 새로운 category의 생성 및 정보의 추가, 삭제에 유연하다. 저장된 정보는 XPath[4]를 이용하여 질의에 응답한다. 또한 외부에서 수집된 정보를 자신의 저장 공간에 맞게 변

환하는 기능과 내부 정보로부터 외부의 유비쿼터스 모바일 디바이스에 제공할 수 있도록 description 정보를 생성하는 기능도 제공된다. 본 논문은 (그림 1)의 유비쿼터스 모바일 Software Platform에서 유비쿼터스 지능형 공간의 자원 정보 관리를 위한 RIB Framework에 대해 기술한다.



(그림 1) Software Platform

2. Resource Information Base

RIB는 로컬 유비쿼터스 모바일 디바이스 정보 및 주변 유비쿼터스 모바일 디바이스에 대한 상세 정보를 포함하며 각 유비쿼터스 모바일 디바이스들이 제공하는 공유 리소스들에 대한 속성 및 부가 기능에 대한 상세 기술 정보들을 포함한다. 또한 이러한 정보들은 Resource Discovery의 동작에 의해 동적으로 추가, 삭제 등의 변경작업이 일어나며 다양한 형태의 리소스들에 대한 세부정보를 표현할 수 있어야 한다. 그리고 이러한 세부정보에 대한 편리한 질의 방법이 제공되어야 한다.

이러한 다양한 표현력, 확장성에 대한 요구에 의해 RIB는 XML[3]형태로 저장되며, 정보에 대한 질의는 XPath[4]를 사용한다.

XML형태의 RIB는 UMOInformationBase를 root로 하여 다음과 같은 항목을 포함한다.

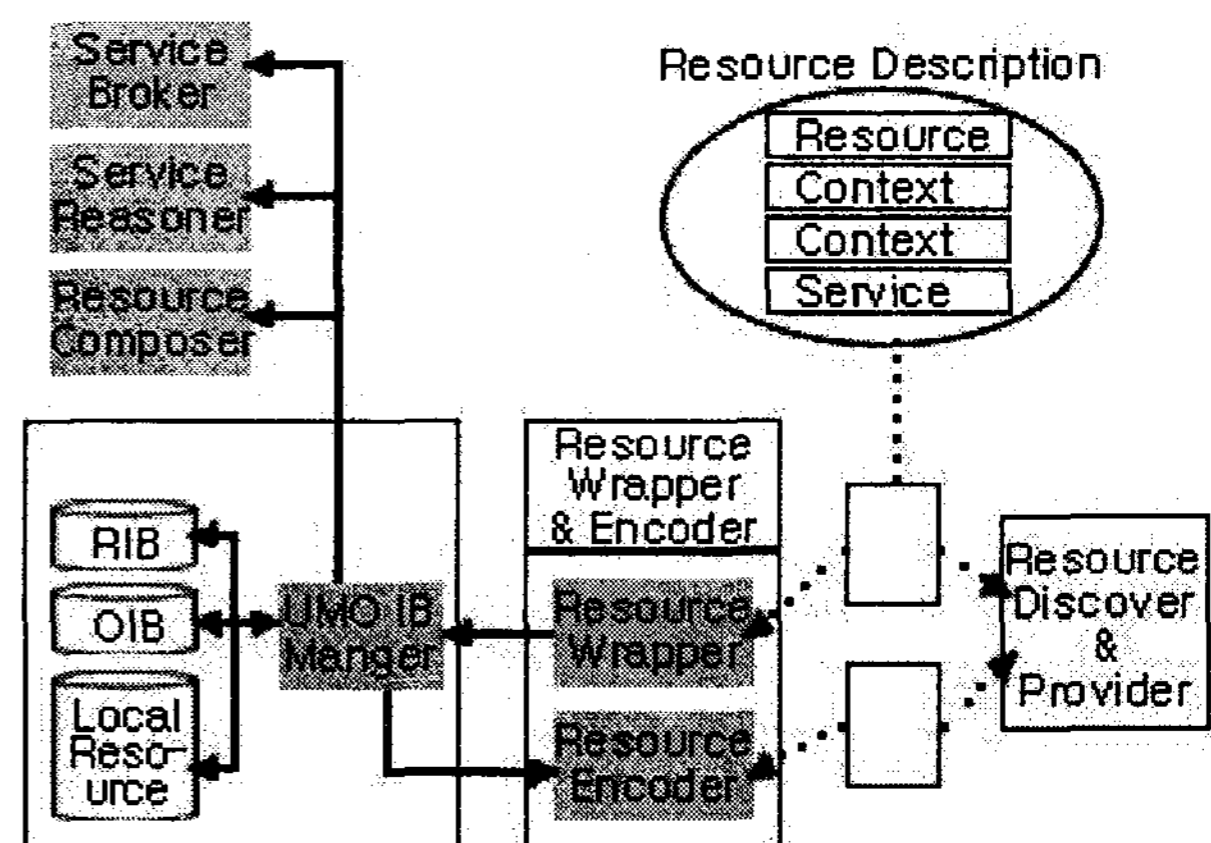
- LocalResource : 로컬 유비쿼터스 모바일 디바이스에 대한 정보를 기술하며 다른 유비쿼터스 모바일 디바이스들에 의해 공유되어 이미 등록된 리소스 정보도 포함한다.
- DiscoveredResourceList : Resource Discovery 프로세스에 의해 발견된 모든 유비쿼터스 모바일 디바이스 정보 및 디바이스들이 제공하는 공유 리소스 정보들을 포함한다.

일 디바이스 정보 및 디바이스들이 제공하는 공유 리소스 정보들을 포함한다.

LocalResource는 유비쿼터스 모바일 디바이스에 대한 상세 정보 및 유비쿼터스 모바일 디바이스가 제공할 수 있는 리소스 정보, 유비쿼터스 모바일 Software Platform을 통하여 다른 디바이스로부터 제공받아 설치된 가상 리소스 정보를 포함한다.

- UMODevice : 유비쿼터스 모바일 디바이스에 대한 ID, 이름 등 상세 정보 및 서비스 제공 가능한 통신 채널 정보들을 포함한다.
- Resource : 유비쿼터스 모바일 디바이스가 제공할 수 있는 리소스에 대한 통신 채널 바인딩, 디바이스 드라이버, 리소스의 속성값 및 부가 기능들에 대한 상세 정보를 포함한다.
- VirtualResource : Resource Composer에 의해 등록된 다른 유비쿼터스 모바일 디바이스가 제공하는 가상 리소스에 대한 등록정보를 포함한다.

아래 (그림 2)는 RIB Structure 및 주변 모듈간의 관계를 나타낸다.

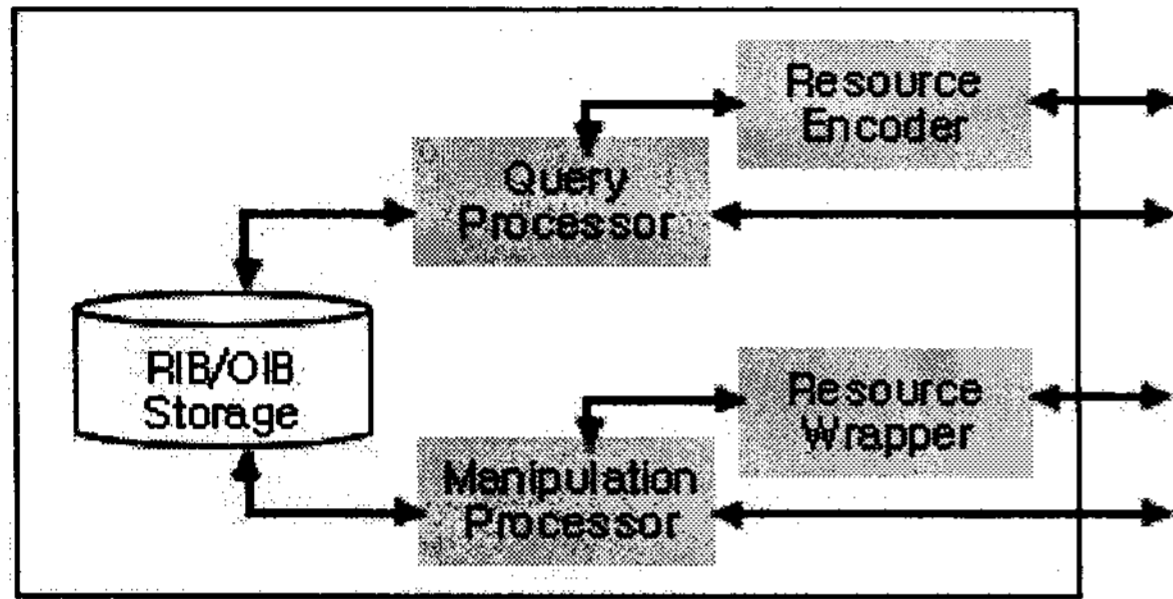


(그림 2) RIB Structure

3. U-MO IB Manager

U-MO IB Manager는 RIB에 관련된 정보를 저장, 추가, 변경, 삭제 및 질의에 대한 서비스를 제공하는 기능을 수행한다. U-MO Software Platform의 구성 요소들은 U-MO IB Manager를 통해 RIB 정보에 접근할 수 있다.

U-MO IB Manager는 아래 (그림 3)과 같이 RIB Storage, Query Processor, Manipulation Processor, Resource Encoder 및 Resource Wrapper로 구성되어 있다.



(그림 3) IB Manager Structure

RIB Storage는 RIB 관련 정보를 물리적으로 저장 및 관리하기 위한 모듈로 XML로 정의된 RIB 정보를 저장하고, 저장된 정보에 대한 검색을 위해 XPath 질의를 지원한다. RIB에 저장된 리소스 관련 정보는 UMOInformationBase를 Root로 하며, 아래는 저장된 XML 형태를 정의한 XML 스키마[6]의 일부이다.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
- <xs:element name="UMOInformationBase">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element ref="LocalResource" minOccurs="1"
        maxOccurs="1" />
      <xs:element ref="DiscoverdResourceList"
        minOccurs="1" maxOccurs="1" />
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="version" use="required">
      <xs:simpleType>
        <xs:restriction base="xs:decimal">
          <xs:enumeration value="1.0" />
        </xs:restriction>
      </xs:simpleType>
    </xs:attribute>
  </xs:complexType>
</xs:element>
- <xs:element name="LocalResource">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element ref="UMODevice" minOccurs="1"
        maxOccurs="1" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
</xs:schema>
```

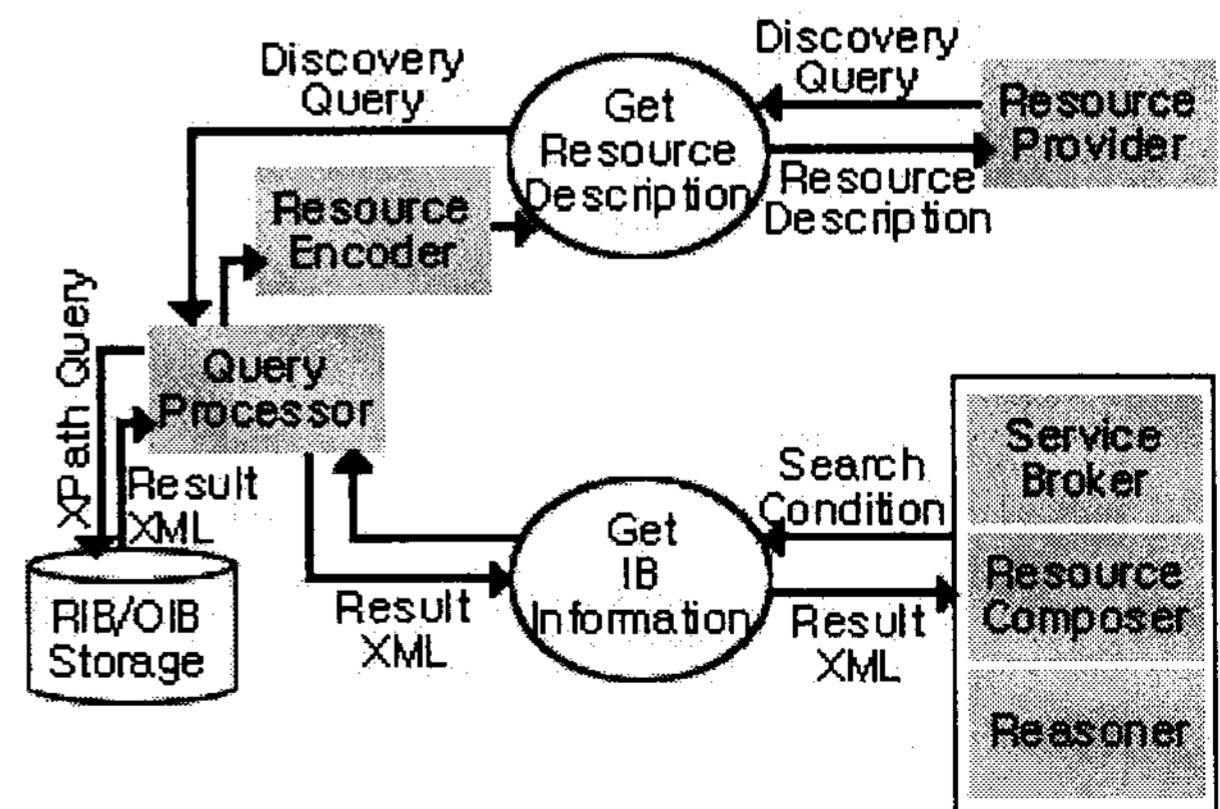
```
<xs:element ref="Resource" minOccurs="1"
  maxOccurs="unbounded" />
<xs:element ref="VirtualResource" minOccurs="1"
  maxOccurs="unbounded" />
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
- <xs:element name="DiscoverdResourceList">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element ref="UMOResourceDescription"
        minOccurs="1" maxOccurs="unbounded" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
+ <xs:element name="UMODevice">
+ <xs:element name="Resource">
+ <xs:element name="VirtualResource">
+ <xs:element name="UMOResourceDescription">
</xs:schema>
```

3.1. Query Processor

Query Processor는 유비쿼터스 모바일 Software Platform 구성요소들의 RIB 정보 검색 요청을 처리하여 RIB에 대한 질의를 수행하고, 질의결과를 반환하는 역할을 수행한다. 질의 요청은 다음과 같은 두 가지 질의 형태로 나타낼 수 있다.

- 공유 리소스 정보 요청
- RIB 정보에 대한 정보검색 요청

질의 요청의 흐름은 아래의 (그림 4)를 참고한다.



(그림 4) Query Process

■ 공유 리소스 정보요청

공유 리소스 정보 요청은 외부 유비쿼터스 모바일 디바이스로부터 resource discovery request를 받은 경우, Resource Provider에 의해 생성된다. Resource Provider는 Discovery Query 형태의 요청을 유비쿼터스 모바일 IB Manager에게 전달하면 유비쿼터스 모바일 IB Manager의 Query Processor는 Discovery Query 형태의 요청을 XML검색을 위한 XPath형태의 질의로 변환하여 검색을 수행하고 검색결과를 Resource Encoder에게 전달한다. 이러한 수행은 Query Processor가 제공하는 Get Resource Description 인터페이스를 통하여 수행된다.

다음은 Discovery Query의 예를 보여준다.

```
<UMODiscoveryQuery
xmlns="x-schema:schema_DiscoveryQuery.xml"
version="1.0">
<UMODevice id="UMO_ID_0001" name="Mobile device
001"/>
<ResourceDiscovery group="001" type="002" item="001"/>
<!-- Input Device / Pointing / Mouse -->
<ResourceDiscovery group="002" type="001" item="*">
<!-- Output Device / Display / *(Any) -->
<Restriction name="horizontal resolution" compare="greater
then or equals">1024</Restriction>
<Restriction name="vertical resolution" compare="greater
then or equals">768</Restriction>
</ResourceDiscovery>
</UMODiscoveryQuery>
```

Query Processor는 위와 같은 Discovery Query 요청을 받으면 RIB 검색을 위해 다음과 같이 Discovery Query의 각 element별로 XPath 질의를 생성한다.

```
① : /UMOInformationBase/LocalResource/Resource[
./@group="001" and ./@type="002" and ./@item="001"
]
② : /UMOInformationBase/LocalResource/Resource[
./@group="002" and ./@type="001" and
number(./Property[./@name="horizontal resolution"]/text())
>= 1024 and
number(./Property[./@name="vertical resolution"]/text())
>= 768
]
```

Query Processor에 의해 위의 ②번 Query가 수행되면 아래와 같은 검색 결과 XML을 얻을 수 있다.

```
<Resource id="rid_wall_display_01" group="002" type="001"
item="001" expire="onetime">
<!-- Output Device / Display / Monitor -->
<CommunicationBinding communicationId="WLAN_01"/>
<DeviceDriver
id="ucn_mobile_display_01_devicedriver_v1.1.1"
downloadCommunication="WLAN_01"/>
<Property name="horizontal resolution">240</Property>
<Property name="vertical resolution">480</Property>
<Property name="color">32bit</Property>
<Property name="size">3inch</Property>
<Property name="type">LCD</Property>
<Function name="touch screen">
<!-- Description about additional functionality -->
<Annotation xml:lang="en">This Mornitor supports touch
srceen functionlity...</Annotation>
</Function>
</Resource>
```

■ RIB/OIB 정보에 대한 정보검색 요청

Query Processor는 유비쿼터스 모바일 Software Platform 모듈로부터 RIB에 대한 정보검색 요청을 XPath로 변환하여 질의한 후, 결과를 반환하는 기능도 수행한다. 예를 들어 Service Reasoner는 필요에 따라 유비쿼터스 모바일 디바이스에 대한 세부 기술 정보를 요청할 수 있다. 유비쿼터스 모바일 IB Manager는 Service Reasoner로부터의 유비쿼터스 모바일 디바이스 정보검색 요청을 아래와 같은 XPath query로 변환하여 RIB storage에 검색을 요청한다.

```
/UMOInformationBase/LocalResource/UMODevice
```

위의 XPath query를 수행하여 다음과 같이 해당 디바이스의 device id, communication 채널 등과 같은 검색결과를 얻을 수 있다.

```
<UMODevice id="UMO_ID0001" name="Mobile device
001">
<Annotation xml:lang="en">Mobile device is
...</Annotation>
<Communication id="ZigBee_01" type="000"
securityEnable="false">
```

```

<!-- ZigBee -->
<Property name="channel">0x0D</Property>
<Property name="panId">0xBADA</Property>
<Property name="nodeId">0xCAFE</Property>
<Property name="band">2.4G</Property>
</Communication>
<Communication id="WLAN_01" type="001"
securityEnable="false">
<!-- WLAN -->
<Property name="address">203.253.131.200</Property>
<Property name="portNumber">7073</Property>
<Property name="band">802.11g</Property>
</Communication>
</UMODevice>

```

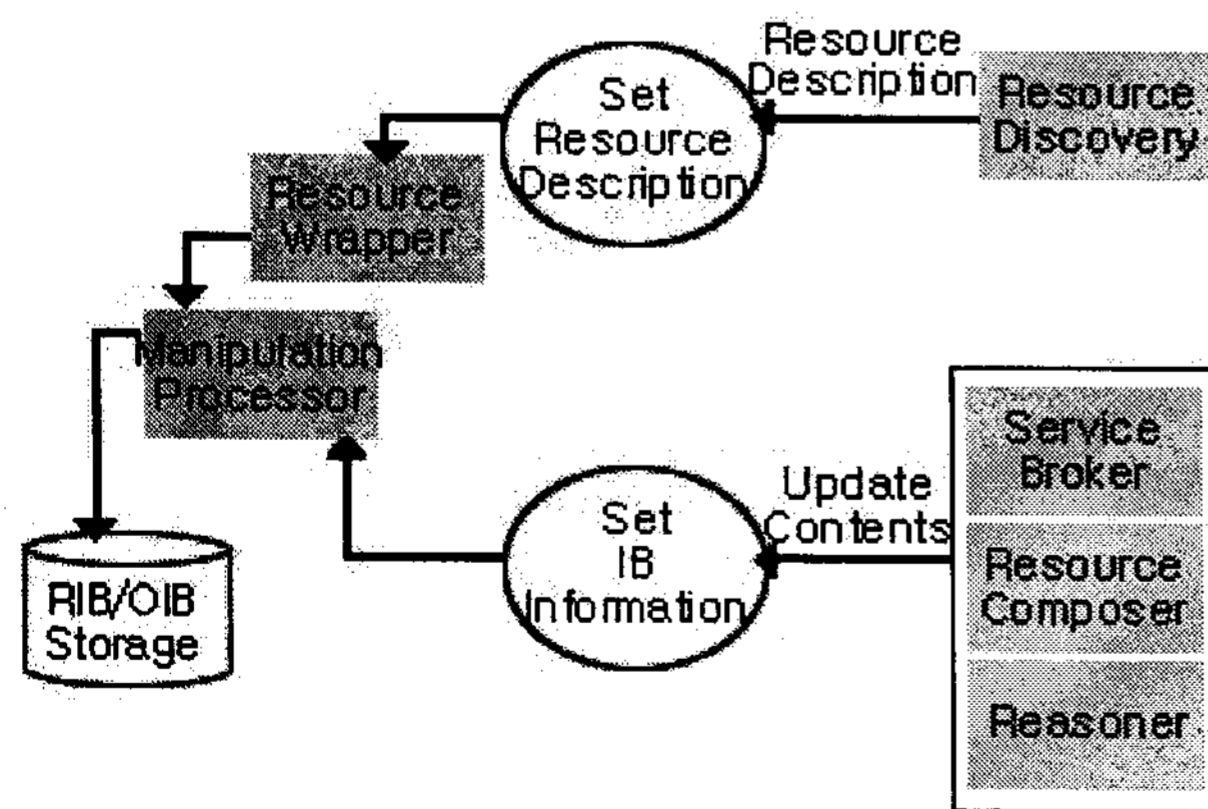
3.2. Manipulation Processor

Manipulation Processor는 유비쿼터스 모바일 Software Platform 구성요소들의 RIB 정보 추가, 수정, 삭제 요청을 처리하여 RIB에 대한 추가, 수정, 삭제 작업을 수행한다. 추가, 수정, 삭제 요청은 XUpdate[7]에 따라 기술한다.

RIB 관련 정보의 추가, 수정, 삭제 등의 작업은 다음과 같은 두 가지 경로를 통해 요청된다.

- Resource Discovery에 의한 공유 리소스 정보 추가
- RIB 정보에 대한 정보 추가, 수정, 삭제 요청

경로 과정은 아래의 (그림 5)를 참고한다.



(그림 5) Manipulation Process

- Resource Discovery에 의한 공유 리소스 정보 추가

Resource Discovery는 외부의 유비쿼터스 모바일 디바이스들이 제공하는 공유 리소스에 대한 상세

설명인 Resource Description 메시지를 수신하면 이를 유비쿼터스 모바일 IB Manager를 통해 RIB에 정보를 저장한다. U-MO IB Manager는 Resource Discovery로부터 Resource Description 정보를 넘겨받아 Resource Wrapper를 통해 일부 정보에 대한 수정 작업을 거친 후 Manipulation Processor를 통해 RIB Storage에 저장하게 된다. Manipulation Processor는 발견된 공유 리소스들에 대한 정보를 유비쿼터스 모바일 디바이스별로 관리하기 위해 RIB storage상에 리소스 정보가 추가될 위치를 결정하고, 결정된 위치에 정보를 추가하는 작업을 수행한다.

- RIB 정보에 대한 정보 추가, 수정, 삭제 요청

RIB 정보에 대한 Manipulation Processor의 작업은 다음과 같으며 XML 처리를 위한 DOM[5] 연산에 대한 추상화된 작업이다.

- 추가 작업
추가 작업은 RIB의 특정 element에 새로운 element를 추가하는 작업을 의미한다. Element의 추가를 위해 추가할 내용을 포함하는 XML과 추가될 위치를 지정하는 참조 element를 지정해야 한다.
- 수정 작업
수정 작업은 RIB의 특정 element를 새로운 element로 대체하는 작업과 특정 attribute 값이나 text 노드의 값을 수정하는 작업을 의미한다. Element를 대체를 위해서는 해당 element에 대한 참조 element와 새로운 내용을 포함하는 XML element를 지정해야 한다. Attribute 값이나 text 노드의 값을 수정하기 위해서는 해당 attribute나 text에 대한 참조와 수정할 새로운 값을 지정해야 한다.
- 삭제 작업
삭제 작업은 RIB의 특정 element를 삭제하는 작업을 의미한다. Element의 삭제를 위해서는 삭제하고자 하는 element에 대한 참조를 지정해야 한다.

3.3. Resource Encoder

외부 유비쿼터스 모바일 디바이스로부터 공유

리소스에 대한 description 정보 요청 시 유비쿼터스 모바일 IB Manager는 Query 정보 요구 속성에 부합하는 리소스 목록을 검색하고 검색 결과를 이용하여 UMOResourceDescription 정보를 생성하여 이를 broadcast 해야 한다. 이때 Resource Encoder는 Query Processor에 의해 수행된 검색 결과를 이용하여 Resource Provider에게 제공하기 위한 UMOResourceDescription 정보를 생성하는 역할을 수행한다.

Resource Encoder는 Discovery Query를 기반으로 Resource 정보를 검색하고, 검색된 Resource 정보와 유비쿼터스 모바일 디바이스 정보를 이용하여 UMOResourceDescription 정보를 생성한다. 생성된 정보는 Resource Provider에 전달되어 서비스 discovery를 요청한 유비쿼터스 모바일 디바이스에게 전송된다.

3.4. Resource Wrapper

Resource Wrapper는 Resource Discovery block 으로부터 전달받은 공유 리소스의 정보를 현재로 시스템의 로컬 정보를 기반으로 재구성 하는 작업을 수행한다. 예를 들어 Resource Description의 정보 중 해당 리소스의 사용 만료 시간은 사용 가능한 기간을 지정하여 나타낸다. 이 지정된 기간은 Resource Wrapper에서 현재 시스템의 시스템 시간을 기준으로 재 계산되어 시스템 시간의 형식으로 변환된다.

Resource Description의 정보에서 "expire="00:00:30:00"와 같이 명시된 30분의 리소스 사용기간은 Resource Wrapper를 통해 현재 시스템의 시스템 시간을 기준으로 "expire="2007:11:21:12:40:00"와 같이 2007년 11월 21일 12시 40분 00초에 리소스 사용이 만료됨을 나타내도록 변환하게 된다.

4. 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 모바일 디바이스가 주변 상황을 스스로 인지, 판단하여 서비스를 제공하는 유비쿼터스 지능공간의 구현을 위해 RIB 프레임워크를 제안하였다. RIB 프레임워크는 유비쿼터스 모바일 디바이스의 리소스 및 정보를

효율적으로 관리하기 위해 XML 형태로 표현하였다. XML을 기반으로 한 이 저장 공간은 새로운 정보의 생성 및 추가, 삭제에 유연하며 저장된 정보는 XPath를 이용하여 질의에 응답한다. RIB 프레임워크는 또한 주변 유비쿼터스 장비간의 정보 교환이 가능하다. 외부에서 수집된 정보를 자신의 저장 공간에 맞게 변환하는 기능과 내부 정보를 외부의 유비쿼터스 모바일 디바이스에 제공할 수 있도록 description 정보를 생성하는 기능을 제공한다.

[참고문헌]

- [1]H. Chen et al., Intelligent Agents Meet Semantic Web in a Smart Meeting Room. 3rd International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, pp. 854-861, July, 2004.
- [2]H. Chen, T. Finin, and A. Joshi. A context broker for building smart meeting rooms. In Proceedings of the Knowledge Representation and Ontology for Autonomous Systems Symposium, 2004 AAI Spring Symposium. AAI, March 2004.
- [3]World Wide Web Consortium, Extensible Markup Language (XML) 1.0. W3C Recommendation. See <http://www.w3.org/TR/2006/REC-xml-20060816/>
- [4]World Wide Web Consortium. XML Path Language. W3C Recommendation. See <http://www.w3.org/TR/xpath>
- [5]World Wide Web Consortium. DOM Level 1 Specification, W3C Recommendation. See <http://www.w3.org/TR/REC-DOM-Level-1>
- [6]World Wide Web Consortium. XML Schema Part 0, W3C Recommendation. See <http://www.w3.org/TR/xmlschema-0>
- [7]XML:DB Working Draft. See <http://xmldb-org.sourceforge.net/xupdate/xupdate-wd.html>