

## Ad-hoc 네트워크를 위한 Jini 서비스 발견 프레임워크의 확장

김재환<sup>o</sup>, 이인환

한양대학교 전자통신전파공학과 대학원

jnkim@csl.hanyang.ac.kr, ihlee@hanyang.ac.kr

### The Extension Of Jini Service Framework For Ad-hoc Network

Jaehwan Kim, Inhwan Lee

Dept. of ECE, Hanyang University

#### 요 약

본 논문은 유비쿼터스 환경에서 리소스가 제한적인 이동통신 단말기 등에서 하위 네트워크 프로토콜이나 전송방식에 독립적인 서비스 발견을 위한 프레임워크를 설계하는데 있다. 이 연구의 접근은 Jini라는 서비스 프레임워크를 모바일 디바이스에 맞게 경량화하고 이 프레임워크에 다양한 Ad-hoc 전송 계층을 추가할 수 있도록 확장 가능한 Jini 서비스 프레임워크 제공함으로써 기존에 서비스가 가지던 네트워크 전송계층의 의존성을 극복하고자 하였다. 이를 위해 본 논문에서는 Bluetooth 전송기술을 하나의 Ad-hoc 네트워크 모델로 삼아 Jini 프레임워크 내에서 STL(Service Translation Layer)를 추가함으로써 Jini를 통한 Ad-hoc 네트워크에서 서비스 발견을 가능토록 하였다.

#### 1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 도래는 지난 몇 년 동안 이동전화나 PDA와 같은 무선 이동 장치 보급의 급격한 증가와 더불어 무선 기술의 발전이 전통적인 유선 네트워크 만큼이나 널리 퍼지게 되었다. 이런 발전의 중요한 결론은 Ad-hoc 네트워크 개념의 도래이다. 사용자는 더 이상 유선의 종속에서 벗어나 언제, 어디서나 자신이 원하는 서비스를 이용할 수 있게 되어 가고 있다 [1]. 유비쿼터스 컴퓨팅이 추구하듯 이러한 변화들은 더 이상 네트워크에 대한 의존성과 장치에 대한 의존성으로부터 탈피하여 인간 중심의 컴퓨팅 환경을 제공하기 위한 다양한 수단들이 연구되고 있다. 이러한 패러다임의 변화는 컴퓨팅 환경의 이질성을 포괄할 수 있는 서비스 지향적인 프로그래밍 환경으로의 진화를 의미한다.

사용자는 더 이상 복잡한 장치 드라이버를 설치하는데 고민하지 않고 현재 시점에서 이용 가능한 서비스가 뭔가에 관심을 가지면 된다. 이런 유비쿼스 컴퓨팅을 위한 서비스 발견 프로토콜(Service Discovery Protocol)로 Jini, SLP(Service Location Protocol), UPnP(Universal Plug and Play), Salutation[8], UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) 등이 있다[2][9].

#### 2. 연구배경

##### 서비스의 이질성 (Service Heterogeneity)

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 다양한 이질적인 정보기기들이 네트워크화 되고 상호 정보를 교환할 수 있다. 이들 이질적인 정보기기들간에 정보를 교환하기 위한 기본 단위가 바로 서비스라는 형태이다. 과거 이 서비스의 개념이 프린터, 팩스, 카메라 등과 같이 디바이스에 의해 제공되는 서비스에 국한되었다면 현재의 서비스의 개념은 점차 게임이나, 음악과 같이 장치 독립적이고, 또한 날씨, 지도, 공연연애와 같은 정보 지향적인 서비스로 발전해 나가고 있다.

문제는 이런 다양한 서비스가 가지는 이질성(Heterogeneity)

를 어떻게 표현하고 이용할 수 있도록 하느냐가 유비쿼터스 컴퓨팅이 안고 있는 난제중에 하나이다.

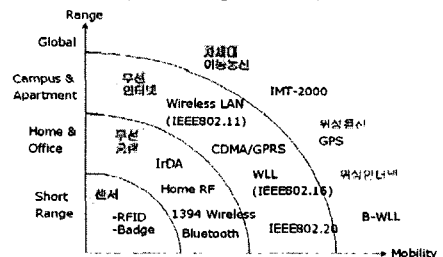
##### 장치의 이질성(Device Heterogeneity)

서두에 언급한 바와 같이 휴대폰과 PDA등의 무선 이동 통신 장치 보급이 확대됨과 더불어 무선 인터넷의 발달로 정보에 대한 접근성이 점차 유/무선의 경계를 허물고 있다. 이로 인해 사용자의 정보 접근 도구 또한 데스크탑 PC에서 그 중심이 무선 이동 통신 장치로 옮겨 가고 있다. 많은 유선에서의 컴퓨팅 기술이 이미 무선쪽으로 넘어왔고 그 진화 속도 또한 상당히 빠르게 이루어 지고 있다. 무선 단말 하드웨어 기술의 발전 또한 이 변화에 일익을 하고 있다. 그 발전 속도는 과거 PC의 발전속도를 능가하고 있다.

하지만 데스크탑 컴퓨터나 노트북 컴퓨터에 비해 여전히 제한된 컴퓨팅 파워와 리소스의 제약, 다양한 플랫폼의 병존으로 인해 유/무선의 경계를 뛰어 넘어 사용자에게 단일한 뷰를 제공하기에 많은 어려움을 안고 있다.

##### 네트워크의 이질성(Network Heterogeneity)

과거 몇 년사이 무선 전송 기술의 발전은 괄목한 성장을 이루었고 그 적용영역 또한 매우 다양해 지고 있다.



[그림 1] 무선 네트워크 기술 분류

[그림1]은 다양한 무선 전송기술을 이동성과 커버리지를 기준으로 나누어 표시했다. 이 그림에서 보는 바와 같이 앞으로의 네트워크 환경은 유선 네트워크와 더불어 다양한 형태의 무선 네트워크가 중첩된 형태로 될 것임을 알 수 있다. 사용자는 필요에 따라 원하는 네트워크 전송방식을 선택하고 이를 언제든지 이용할 수 있게 될 것이다.

본 논문에서는 이런 이질성 중에서 장치의 이질성과 네트워크의 이질성을 극복하기 위한 여러 방법들을 관련 연구를 통해 알아 보고 이를 통해 새로운 시스템을 제안하려 한다.

**3. 관련연구**

Jini는 SUN에서 개발한 유비쿼터스 미들웨어 기술로써 네트워크화된 정보기기를 간에 그들의 서비스를 찾고, 서비스를 등록하고 서비스를 이용하기 위한 서비스 프레임웍을 제공한다.

하지만 Jini를 구동하기 위해서는 J2SE 이상이 필요하고 많은 시스템 리소스를 요구하고 있다. 그렇기 때문에 현재의 구현은 리소스가 제한된 모바일 장치에 적용하기 어렵다. 또한 서비스 발견을 위해 사용하는 프로토콜이 TCP/IP에 의존적으로 설계되어 있어 Bluetooth와 같은 Ad-hoc네트워크를 위한 고려가 빠져 있다. 이런 이유로 Jini와 관련된 연구는 크게 두가지 방향으로 진행되어 왔다.

그 하나는 Jini자체를 모바일 장치에 맞게 경량화하는데 대한 연구로 JiniMe[3], Jmatos[4] 등이 있고, 다른 하나는 모바일 장치에서 직접 Jini를 사용하지 않고도 Jini의 서비스를 이용할 수 있는 Surrogate[5]나 Bridge[6]모델에 대한 연구가 진행되었다.

**3.1. Jini 서비스 프레임웍의 경량화**

Jini Mobile Edition(JiniME)[3] 연구는 무선 컴퓨팅 디바이스에 동작할 수 있는 Jini 개발을 목적으로 하고 있다. 특히 Java 2 Micro Edition CLDC 와 PDA 프로파일을 사용한다. 여기서는 J2ME 에 빠져있는 객체 직렬화, 코드베이스, 동적 클래스 로딩, RMI, 원격서비스와 부트스트랩 디스커버리 프로토콜을 재설계 하였다.

JiniME가 표준 Jini와 다른 것은 서비스를 제공하는 디바이스가 항상 HTTP서버를 구동하고 디바이스 서비스 아이템을 포함하는 록업서비스를 자신이 가지고 있는 것이다.

Jmatos[4] 도 Jini 기술을 이용해 리소스 제한된 디바이스 위해 개발된 것으로 장치간의 Federation을 지원하고 소형, 동적 분산 시스템에 적용 가능하도록 설계되었다. Jmatos는 Jini Network Technology Micro버전과 완전히 호환이 되며 메모리 footprint는 100k이하로, 제한된 이동 디바이스에 이상적으로 적합하도록 되어있다. 그리고 록업서비스 오버헤드를 줄이기 위해 디바이스 자체에 Service Registrar를 직접 구현함으로써 록업 서비스 proxy가 요구한 동적 클래스 다운로드, RMI의 직접 사용하지 않고 서비스 발견을 할 수 있도록 했다.

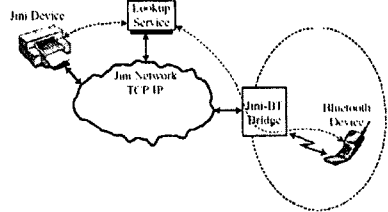
**3.2. 서비스 네트워크 접속 기술**

리소스가 제한된 임베디드 모바일 장치에 표준 Jini를 직접 올려서 사용하기에는 상당한 제약이 따른다. 이 문제를 해결하기 위한 다른 방향의 연구가 Surrogate와 같이 게이웨이 방식과 Bluetooth 네트워크에서 인터넷에 있는 Jini서비스를 이용할 수 있도록 하기 위한 Bridge라는 방식이 연구되었다.

Jini Surrogate[5] 구조는 리소스가 제한된 장치에서 직접 Jini를 구동할 수 없을 때 간단한 게이트웨어 방식을 이용해서 휴대폰과 같은 모바일 장치가 Jini 네트워크의 서비스를 이용할 수 있는 것임이 있다.

Bluetooth 네트워크에서 Jini 서비스를 사용하는 방법으로

Bluetooth-Jini Bridge[6]방식은 Jini-BT Bridge 장치를 두어 Bluetooth 네트워크 프로토콜과 인터넷 프로토콜의 상호 변환을 통해 Jini 네트워크의 서비스를 이용하는 방식이다. 이 방법은 과거 Jini 서비스를 이용을 위해서 인터넷 프로토콜을 사용해야 하는 제약에서 벗어나 이중 네트워크 프로토콜간의 서비스를 통한 상호교류의 좋은 예이다.



[그림 2] Bluetooth-Jini Bridge Model

[그림2]는 Bluetooth-Jini Bridge 모델을 나타낸 것이다. 하지만 이 시스템은 모바일 클라이언트 장치에서 Bluetooth SDP를 사용하고 있어 진정한 Jini 클라이언트라고 보기 어렵다.

[2]의 경우 서비스 발견을 위해 Jini를 직접 사용하지 않았지만 J2ME CLDC에서 IrDA Ad-hoc 네트워크에서 서비스 발견을 위한 프로토콜로 XML을 이용한 Resource Discovery Protocol을 설계하였다. 이 RD(Resource Discovery) 프로토콜은 서버를 이용하는 Centralized mode와 서버를 사용하지 않는 Distributed mode로 구분하여 Centralized mode에서 서비스를 발견을 할 수 없는 경우 자동으로 Distributed mode로 전환하여 서비스 찾는다. 이 시스템은 서비스 발견을 위한 전송 프로토콜로 인터넷 프로토콜을 사용하지 않고 OBEX를 사용하여 어느 정도 무선 링크 계층에 독립적이고 OBEX를 사용하는 유사기기들간의 Ad-hoc 네트워크상에서 두가지 서비스 접근 방식을 제공한다는 의미가 있지만 Ad-hoc 네트워크에만 국한된 접근으로써의 한계를 안고 있다.

그외에도 이와 유사하게 SLPNa Salutation[8] 같은 SDP 프레임웍에 Bluetooth SDP를 매핑시키는 연구가 진행되었다.

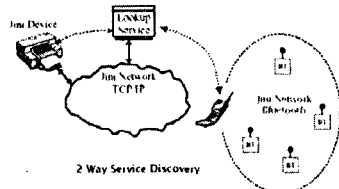
현재 모바일 장치들은 무선 인터넷을 위한 CDMA나 Wireless LAN과 같은 전송 방식 이외에 Ad-hoc 네트워크 통신을 위한 Bluetooth나 IrDA 함께 사용할 수 있도록 내장되고 있다.

이런 상황과 비추어 관련 연구들을 종합해 볼 때 유/무선과 전송방식에 독립적이면서 사용자에게 Seamless한 서비스 프레임웍을 제공하기 위해서는 새로운 시스템 모델이 필요하다. 본 논문에서는 Jini를 이용해 Ad-hoc전송계층을 위한 확장가능한 서비스 프레임웍을 어떻게 제공할 것인가에 대해 논하고 있다.

**4. 시스템 디자인**

**4.1 전체 구조**

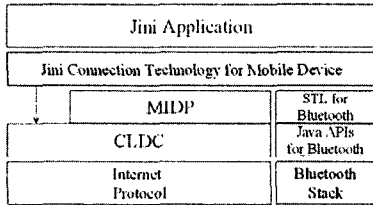
확장 가능한 Jini 프레임웍의 설계는 대표적인 ad-hoc 프로토콜인 Bluetooth 스택을 하나의 참조 모델로 정하여 디자인하였다.



[그림3] 시스템 구성도

[그림3]은 전체 시스템 구성도로서 모바일 장치가 인터넷 프로

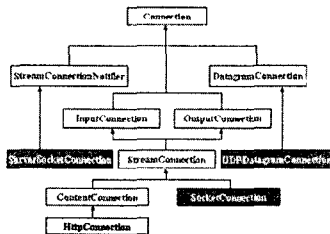
토콜을 이용하여 록업서버(LUS)에 접속하여 서비스를 이용하는 방법과 Bluetooth Ad-hoc 네트워크에서 직접 Jini 서비스 이용할 수 있는 것을 의미한다. Jini 스펙[9]을 보면 Jini는 IP기반의 인터넷과 인터넷넷상에 구현되어 있어 하위 전송계층에 의존적으로 설계되어 있다. IP기반의 상위 디스커버리 프로토콜 또한 이런 의존성을 가지고 있다.



[그림4] 시스템 구조

Bluetooth의 경우 자체 SDP를 정의하고 있어 Jini 프레임워크에 추가하기 용이하다. JSR-82[10]는 이런 Bluetooth API에 대한 Java 스펙을 정의하고 있다. 본 논문에서는 [그림 4]와 같이 Bluetooth 자바 API상위에 STL(Service Translation Layer)를 추가로 설계하여 Jini Service Framework에 포함시키도록 디자인하였다. STL은 Jini의 서비스 Discovery 요청을 Bluetooth 전송 계층에 맞게 변환하고 Bluetooth 서비스를 Jini 서비스로 변환하는 일을 수행한다. 이 디자인에서 각 Ad-hoc 전송 계층에 대한 STL을 설계하여 현재 구조에서 수평적 Plug-in 시킬 수 있다.

J2ME의 CLDC에 정의된 GCF (General Connection Framework)는 [그림5]와 같이 다양한 연결 방식에 대해 General한 인터페이스를 제공한다. JSR-82에서 Bluetooth를 위한 연결방식이 GCF에 추가되면서 STL에서 이를 이용할 경우 동일한 Connection API에서 URL정의만으로 Bluetooth 연결을 설정할 수 있다. 이는 GCF를 통해 하위 전송계층의 투명성 보장할 수 있다는 의미이다. Bluetooth는 링크 계층 상위 프로토콜인 SPP, L2Cap, Obex를 Service Discovery 프로토콜로 사용할 수 있다.



[그림5] J2ME GCF

어플리케이션이 Service Discovery를 요청시 Jini Framework에서는 단일의 디바이스 프로파일 정보를 이용하여 연결을 시도할 네트워크를 결정하고 가용한 서비스 네트워크에 대해 Service Discovery를 요청한다.

#### 4.2. 서비스 발견 프로토콜

Jini의 Discovery Protocol은 인터넷 프로토콜인 Multicast Request Protocol, Multicast Announcement Protocol, Unicast Protocol을 사용한다. Jini 스펙[9]에서는 이것을 저수준의 프로토콜 유틸리티로 규정하고 있는데 Bluetooth와 같은 Ad-hoc네트워크 프로토콜로 확장하기 위해서는 STL에서 Bluetooth를 위한 저수준의 프로토콜 유틸리티로의 매핑되도록 하였다. [표1]은 이런 매핑과 관련된 클래스들을 비교하고 있다.

[표1] 서비스 발견의 위한 클래스 비교

구분	Jini Class	JSR-82 Class
Service Discovery	ServiceRegistrar	DiscoveryAgent

LU Discovery	LookupDiscovery	없음
Service	ServiceItem	ServiceRecord

#### 4.3. URL 표현의 문제

Jini 스펙[9]에 따르면 Jini는 표준 URL 문법을 따른다.

```
protocol://host/data
protocol://host:port/data
```

Jini의 LookupLocator 클래스는 이 URL을 사용하여 록업서버의 ServiceRegistrar를 얻어 온다.

Jini의 경우

```
jini://example.org[:4160]
```

의 형태로 사용되며 호스트 필드는 실제 LU 서버의 IP나 DNS를 사용할 수 있다. 이 경우 LU 포트는 Jini에서 암시적으로 4160을 사용한다. 이것을 Bluetooth와 같은 Ad-hoc 프로토콜로 확장하기 위해 [표2]와 같이 URL Notation을 정의하였다.

[표2] URL Notation의 확장

Protocol	URL Notation
Bluetooth	jini://localhost/bt
IrDA	jini://localhost/IrDa

#### 5. 결론

본 논문은 Jini 기술을 이용한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 네트워크 전송계층에 독립적이면서 이종간의 일관된 서비스를 제공할 수 있는 프레임워크를 제안하였다. 사용자는 하위 네트워크의 전송 방식에 의존하지 않고 원하는 서비스를 검색하고 이를 이용할 수 있다. 리소스가 제한된 모바일 장치에서 Jini를 사용하기 위해서는 표준 Jini가 내재하고 있는 여러 제약사항을 해결해야 하며 그와 함께 Jini 표준도 이런 임베디드 장치에 대한 고려와 다양한 Ad-hoc 네트워크 환경을 반영할 수 있도록 표준화 작업이 진행되어야 한다.

#### 7. 향후 과제

본 논문에서는 임베디드 장치를 위한 확장 가능한 서비스 발견의 프레임워크 설계에 초점을 두었지만 이후 실제 구현 통해 이 디자인의 실효성을 평가해 볼 예정이다.

본 연구의 다음 단계로 서비스의 이용의 관점에서 서비스 호출 (Service Invocation), 다양한 형태의 서비스를 표현할 수 있는 Uniform Service model에 대한 연구가 필요하다. 또한 서비스 인터페이스의 관점에서 서비스 인터페이스가 미리 알려지지 않더라도 서비스를 이용할 수 있는 Service UI 기술에 대한 연구도 병행되어야 할 것이라 판단된다.

#### 참고문헌

- [1] Mark Weiser, "The Computer for the 21st Century" Scientific American, vol. 265, Issue 3, 1991, pp 66-75
- [2] Rakotonirainy A., Groves, G. "Resource Discovery for Pervasive Environment", Proceedings of the 4th International Symposium on Distributed Objects and Applications, 2002.
- [3] Kaminsky, A., "JiniME: Jini Connection Technology for Mobile Device", 2000. <http://www.cs.rut.edu/~anhinga/whitepapers/JiniMEWhitePaper>.
- [4] Steve Hashman, Seteven Knudsen, "The Application of Jini Technology to Enhance the Delivery of Mobile Services", PsiNaptic Inc, 2001
- [5] Sun Microsystems, Jini Technology Surrogate Architecture Specification, 1.0 ed, July 2001.
- [6] Samuel K and Lorenz B., "Jini Discovers Bluetooth", 2002
- [7] Salutation SIG, "Mapping Salutation Architecture API to Bluetooth Service Discovery Layer", 1999.
- [8] Feng Zhu, et al, "Classification of Service Discovery in Pervasive Computing Environments"
- [9] K. Arnold, et al, The Jini Specification, 2nd ed., Reading, Mass.: Addison-Wesley, 2001.
- [10] Sun Microsystems, "JSR-82" <http://www.jcp.org/aboutJava/communityprocess/final/jsr082/>