

USN 응용을 지원하기 위한 효율적 디렉토리 서비스 연구

박세규, 이광우, 이민우, 최고은, 최지은, 한재일
국민대학교 컴퓨터공학부

Study on Efficient Directory Service for USN Applications

Se-Kyu Park, kwang-Woo Lee, Min-Woo Lee, Ko-Eun Choi, Ji-Eun Choi, Jae-Il Han

School of Computer Science, Kookmin University

psk3458@naver.com

요 약

최근 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기반 기술과 사회 전반에 걸친 USN 응용 기술의 발전이 가속화되고 있다. 이러한 USN 응용은 USN 자원에 대한 정보를 필요로 하며, USN 미들웨어는 USN 응용의 용이한 개발을 위해 USN 자원 정보를 제공하는 디렉토리 서비스를 핵심 요소에 포함하고 있다. USN 응용 지원을 위한 디렉토리 서비스는 광역적으로 분산된 컴퓨팅 환경에서 원하는 USN 자원 정보 즉 메타데이터를 효율적으로 관리하고 검색할 수 있는 기능이 요구 된다. 본 논문은 광역 분산 환경에서 USN 자원의 메타데이터를 효율적으로 검색할 수 있는 디렉토리 서비스의 위치탐색 모델을 논하고, USN 자원의 분포와 위치탐색 요청의 지역범위 별 빈도를 고려한 시뮬레이션 실험 결과를 제시한다.

1. 서 론

USN 응용을 지원하는 디렉토리 서비스(이하 UDS)는 광역적으로 분산된 컴퓨팅 환경에서 원하는 USN 자원에 대한 정보, 즉 메타데이터의 관리와 검색을 수행한다[1]. UDS는 이를 위해 광역 분산환경에서 USN 자원을 유일하게 식별할 수 있는 식별자가 필요하며, 주어진 식별자의 USN 자원에 대한 메타데이터를 효율적으로 검색할 수 있는 위치탐색 서비스 기술이 요구된다.

분산 컴퓨팅 환경에서의 디렉토리 서비스 기술은 많은 연구가 수행되었으며, DNS(Domain Name System), X.500, GNS(Globe Name Service) 등 많은 연구결과가 제시되었다[2]. 그러나 기존의 디렉토리 서비스 기술은 USN 핵심 요소인 WSN(Wireless Sensor Network)의 통신 불안정성이나 응답 지연 시간 등의 특성을 고려하지 않고 있으며, 또한 광역적으로 분산된 컴퓨팅 환경에서 원하는 USN 자원에 대한 위치탐색 서비스

가 요구되어 UDS에 그대로 적용하기 어렵다[3].

최근 이와 같은 USN 특성을 고려하고 실제 운용환경에 적합하도록 위치탐색 서비스를 최적화하려는 시도로 기존의 디렉토리 서비스 모델을 개선한 UDS 모델이 제시되었다[4]. 그러나 이 UDS 모델은 특정 위치탐색 서비스 모델만을 고려하였으며, 아직 다양한 혼합 위치탐색 서비스 모델에 대한 많은 연구가 필요하다. 본 논문은 UDS 위치탐색 서비스의 최적화를 위해, 가능한 여러 혼합 모델 중 실용적으로 보이는 하나의 혼합 모델을 선정하고 설계 및 구현한 후 시험한 결과를 논한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 UDS 구현을 위한 관련 연구에 대해 기술하고 3장에서는 UDS 및 위치탐색 서비스의 설계와 구현에 대해 논한다. 4장에서는 효과적인 위치탐색 서비스를 도출하기 위한 시뮬레이션과 실험결과를 기술하고 5장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대하여 논한다.

II. 관련 연구

USN 미들웨어는 센서노드 하드웨어와 USN 응용 시스템의 중간에 위치하여 이들 간의 연계를 유연하게 지원하는 시스템이다[5]. USN 미들웨어는 USN 자원의 효과적인 관리와, USN 내의 각종 데이터를 효과적으로 관리·검색 하는 등 USN 응용의 손쉬운 개발을 지원하기 위한 기본적인 환경을 제공한다. USN 미들웨어의 핵심 요구사항 중 하나는 USN 자원의 상태 혹은 이들의 구성 및 기능에 대한 정보인 USN 메타데이터 관련 서비스이며, 이를 제공하기 위해 USN 응용에서 활용할 수 있는 디렉토리 서비스가 필요하다.

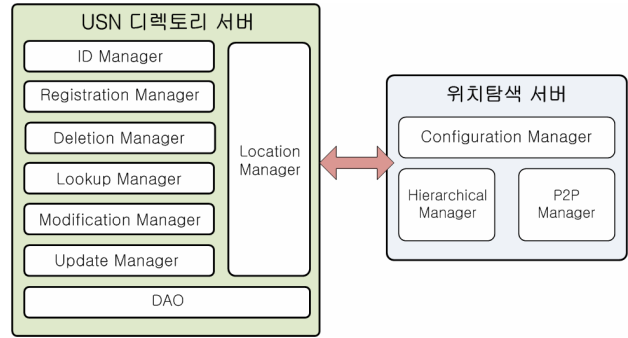
UDS는 USN 미들웨어 컴포넌트의 하나로, USN 자원에 대한 메타데이터(이하 메타데이터)의 관리 및 검색을 수행한다[6]. USN은 광역적으로 분산된 수많은 센서 네트워크로 구성된다. 따라서 UDS는 분산되어 존재하는 다수의 디렉토리 서버가 협력하여 요청된 USN 자원에 대한 정보를 USN 응용에 제공하기 위해 USN 자원의 메타데이터 위치를 신속히 탐색해 줄 수 있는 위치탐색 서비스가 요구된다.

위치탐색 서비스는 USN 디렉토리 서비스와 연계되어 수행되며, USN 디렉토리 서비스에서 요청한 식별자에 대한 메타데이터의 위치를 탐색하는 작업을 수행한다. 위치탐색 서비스는 신속한 검색을 위해 특정 구조로 연결된 다수의 위치탐색 서버의 상호 협력으로 제공되며, 기존에 연구된 대표적인 모델은 중앙 집중형 모델, 계층형 모델 그리고 P2P(Peer-to-Peer) 모델이다. 현재 위치탐색 서비스의 성능을 최적화하기 위하여 기존 모델을 적용하거나 이를 혼용한 모델이 제시되어 그에 따른 연구가 보이고 있으나[4,7,8] 매우 소수이며 이에 대한 많은 연구가 필요한 실정이다.

P2P 기술은 최근 많은 분야에서 성능을 개선하기 위해 활용되고 있으며, [4]는 UDS 위치탐색 서비스 모델에 대표적인 구조적 P2P 기술인 Chord[9]를 적용한 혼합 모델을 보이고 있다.

III. UDS와 위치탐색 서비스의 설계 및 구현

본 절에서는 UDS의 구조를 보이고 위치탐색 서비스의 설계 및 구현에 대해 논한다. [그림 1]은 UDS의 구조이다. 위치탐색 서버는 자신이 관리하는 USN 디렉토리 서버의 Location Manager로부터 요청된 식별자를 근거로 해당 메타데이터의 위치를 탐

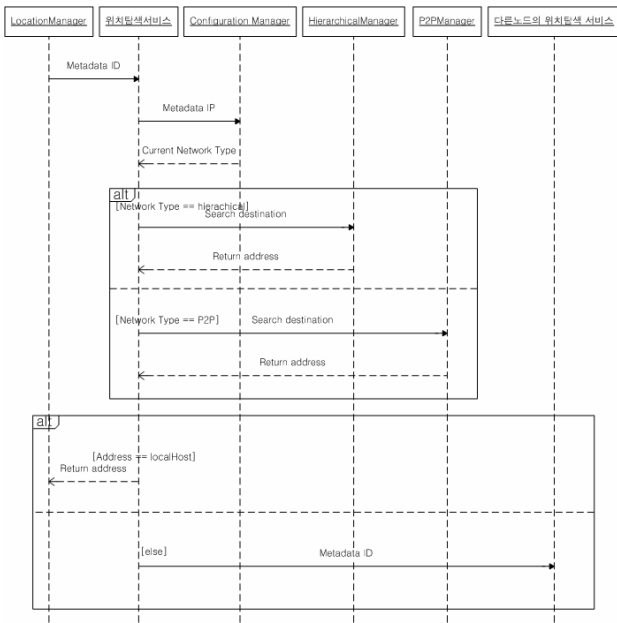


[그림 1] UDS 구조

색한다. 현재 USN 자원에 대한 식별체계는 표준안을 심사 중이며(예, [6]), 본 연구의 혼합 모델은 식별자의 구조에 영향을 받지 않아 임의의 정수를 식별자로 사용한다.

위치탐색 서비스의 각 컴포넌트 설명은 다음과 같다. Configuration Manager는 질의가 발생한 노드의 네트워크 구성 타입을 구별하고, 탐색 우선순위에 대한 정보를 획득한다. Hierarchical Manager는 계층형 구조의 네트워크에서 destination 노드를 탐색한다. 계층형 모델에서의 탐색은 질의 발생시 해당 네트워크의 최상위 루트노드로 이동한 후, 하위 계층으로 이동하면서 요청된 식별자를 갖는 노드를 찾는다. P2P Manager는 Chord 방식의 P2P네트워크에서 destination 노드를 탐색한다. P2P 모델에서의 탐색은 질의 발생시 각 위치탐색 서버가 유지하고 있는 finger table을 참조하여, Chord lookup 을 바탕으로 이루어진다[9]. 이와 같은 위치탐색 서비스 구조는 위치탐색 서버의 구성을 계층형 모델과 P2P 모델로 조합하여 구축할 수 있게 한다. 중앙 집중형 모델은 하나의 위치탐색 서버에 모든 요청이 집중됨에 따른 과부하와 유지/보수의 어려움 등으로 인해 USN과 같은 광역 분산 환경에 적합하지 않으므로 배제한다.

[그림 2]는 UDS의 Location Manager 컴포넌트로부터 요청되는 위치탐색 서비스의 수행을 순차적으로 보여준다. Location Manager는 위치탐색 서버로 식별자를 전송하여 메타데이터 위치 검색을 요청한다. 요청을 받은 위치탐색 서버는 source 노드가 되며 Configuration Manager를 통해 자신이 속한 모든 그룹의 검색모델과 탐색 우선순위에 대한 정보를 얻은 후, 이 우선순위에 따라 각 그룹의 검색모델에 맞는 탐색 알고리즘을 이용하여 destination



[그림 2] 위치탐색 서비스 시퀀스 다이어그램

노드 IP를 검색한다.

구체적으로 위치탐색 서비스는 destination 노드가 현재의 위치탐색 서버인지를 판단한다. 만약 획득된 destination 노드 IP가 현재 노드라면 위치탐색 서버가 유지하고 있는 디렉토리 서버의 ID-IP 리스트에서 요청된 메타데이터를 가지는 디렉토리 서버의 IP를 Location Manager에게 반환한다. destination 노드 IP가 현재 노드가 아니라면 위치탐색 서버는 destination 노드 IP를 찾을 때까지 그룹 탐색 우선순위에 따라 각 그룹을 순차적으로 검색한다.

위치탐색 서비스 모델은 각 계층별로 실제 네트워크의 상황에 따라 최적의 응답시간을 얻을 수 있게 구성 되어야 한다. 따라서 현실성을 반영한 시나리오와 이를 바탕으로 한 실험이 필요하다.

IV. 시뮬레이션 및 실험 결과

혼합 모델의 효율성을 측정하기 위해서는 노드 분포, 효과적인 그룹화 그리고 위치탐색의 지역성을 고려해야 한다. 실험 환경은 한반도에 위치탐색 서버가 각 지역별 밀집 가중치에 따라 분포되어 있는 상황을 가정하며, 밀집 가중치는 도시의 인구수와 발전 규모 등에 비례한다.

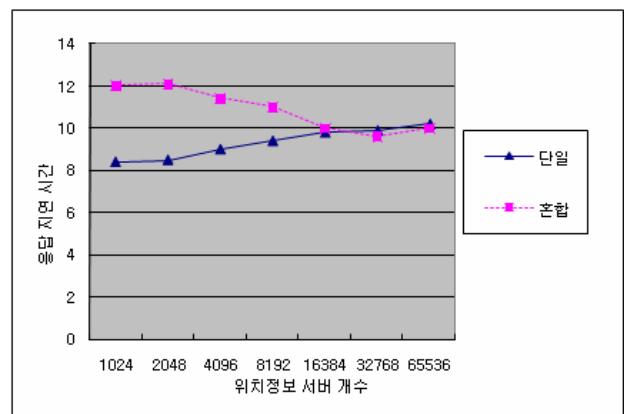
위와 같은 환경에서 단일 P2P모델의 위치탐색 서

비스와 혼합 모델의 위치탐색 서비스의 성능을 비교 측정 한다. 혼합 모델의 구성은 다음과 같다. 모든 위치탐색 서비스를 단일 P2P모델로 구성하고, 서버 밀집도에 비례하여 그룹 대표 서버를 지정한다. 지정된 대표 서버를 기준으로 인접 서버 32개를 선정하여 그룹 P2P를 형성함으로써 각 그룹은 지리적 인접성을 확보한다. 이는 임의의 USN 관련 기관에서 활용되는 자원의 분포가 서로 인접한 상황을 가정한다. 또한 그룹간 Interaction 을 위해 서버가 복수의 그룹에 속하는 경우를 허용한다.

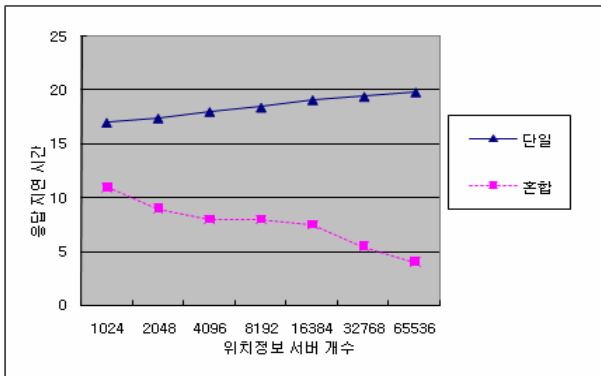
혼합 모델에서 그룹 내 자원들은 임의의 사업체나 기관에서 독립적으로 사용되거나, 상호간 위치정보 공유를 위해 그룹화 되었음을 가정한다. 따라서 현실성을 고려하여 위치탐색 질의 모델을 지역적 질의 모델과 무작위 질의 모델로 구분한다. 후자의 경우 위치검색 요청이 발생한 source 노드와 검색이 요구되는 destination 노드가 무작위로 선택되나, 전자의 경우 destination 노드가 속한 여러 그룹 중 source 노드에 근접하고 크기가 큰 그룹부터 우선적으로 선택되도록 하였다.

서버의 개수는 1024개에서 65532개까지 늘리면서 1000회의 반복을 통한 각 상황 별 평균 수치를 얻는다. 성능 비교는 응답 지연시간(ms)을 기준으로 하였다.

무작위 질의 모델의 단일 모델과 혼합 모델의 성능 지표는 [그림 3]와 같으며, 서버의 수가 적을 경우 단일 모델이 혼합 모델에 비해 나은 성능을 보이고 있다. 혼합 모델의 경우 그룹 내부의 검색을 우선적으로 실시하는데 무작위 질의가 잦은 경우, 이러한 검색은 대부분 실패 하게 된다. 그러나 그룹의 구성이



[그림 3] 무작위 질의 모델을 적용한 실험결과



[그림 4] 지역적 질의 모델을 적용한 실험결과

지리적 인접성을 띄므로 그룹 내 검색시 심각한 지연이 발생하지 않는다. 이에 따라 서버의 수가 많을수록 두 모델의 응답 지연 시간은 점차 차이가 나지 않게 된다.

지역적 질의 모델을 적용한 경우 단일 모델과 혼합 모델의 성능 지표는 [그림 4]와 같다. 질의 횟수는 두 모델이 비슷하나, 응답 지연 시간의 경우 혼합 모델이 보다 효율적임을 알 수 있다. 위치탐색 질의가 지역적으로 인접한 서버들의 그룹 내에서 빈번히 발생하기 때문이다. 실제 USN 에서 상호 연계되어 응용을 수행하는 자원간의 지리적 위치가 가깝고, 이들 간의 위치탐색 질의 발생이 잦을 경우, 혼합 모델은 매우 효율적인 시스템이 될 것으로 기대된다.

V. 결론

현재 세계적으로 USN 관련 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 그에 따른 기술과 시장의 성장도 가속화되고 있는 추세이다[3]. USN 응용 지원을 위한 디렉토리 서비스는 USN 자원에 대한 메타데이터를 실시간으로 관리하면서 사용자 질의에 대한 효율적인 검색을 제공하는 USN 미들웨어의 주요 컴포넌트이다. 본 논문에서는 USN 디렉토리 서비스를 위한 위치탐색 서비스 모델과, USN 자원의 분포와 위치탐색 요청의 지역 범위 별 빈도를 고려한 위치탐색 서비스 시뮬레이션 실험결과를 제시하였다.

그러나 본 논문에서 제시한 위치탐색 서비스 모델은 위치탐색 서비스 최적화를 위하여 가능한 여러 모델 중 하나일 뿐이며 앞으로 다른 모델에 대한 심도있는 연구가 필요하다. 또한 최근 모바일 센서 노

드와 센서 네트워크에 대한 연구가 급격히 활성화되고 있는 추세를 감안할 때 USN 자원의 이동성을 지원할 수 있는 디렉토리 서비스에 대한 연구가 필요하다.

[참고문헌]

- [1] 김영만, "USN기술 개념 및 분류, 용어", 2006
- [2] 한국전산원, "디렉토리 서비스 기술 동향 연구: X.500과 LDAP", 2002
- [3] 정부만, "Ubiquitous Sensor Network 응용 서비스", 한국 전산원, 2005
- [4] 강경구의 6인, "분산 USN 디렉토리 서비스를 위한 메타데이터 검색 모델", *한국IT서비스학회 춘계학술대회논문집*, 2008, pp.425-430
- [5] 김민수, 이용준, 박종현, "USN 미들웨어 기술 개발동향", 2007
- [6] 한국정보통신기술협회 "USN 메타데이터 디렉토리 서비스", 2007
- [7] 박홍재외 4인, "유비쿼터스 센서 네트워크를 위한 디렉토리 서비스 설계 및 구현", *한국IT서비스학회 춘계학술대회논문집*, 2007, pp.341-346
- [8] 박민수외 4인, "모바일 센서 노드 지원을 위한 USN 디렉토리 서비스", *한국IT서비스학회 추계학술대회논문집*, 2007, pp.280-285
- [9] chord algorithm : "Chord: A Scalable Peer-to-peer Lookup Protocol for Internet Applications", Ion Stoica Robert Morris, David Liben-Nowell, David R. Karger, M. Frans Kaashoek, Frank Dabek, Hari Balakrishnan, *IEEE/ACM Transactions on Networking*, Vol.11, No.1, pp.17-32, February 2—3. [.ps.gz] [.pdf] (A previous version appeared in Proceedings of SIGCOMM'01, San Diego, CA, August 2001, pp.149-160.)
- [10] Coulouris, Dollimore, Kindberg, *Distributed Systems Concepts and design*, 4th Edition, ADDISON WESLEY, 2005
- [11] ETRI, <http://www.etri.re.kr/>