

유비쿼터스 환경의 서비스 지향 네트워크¹

유시환⁰ 유혁⁰
고려대학교 컴퓨터학과
{shyoo⁰, hxy}⁰@os.korea.ac.kr

Service Oriented Network for Diverse Services on Ubiquitous Computing Environment

See-hwan Yoo⁰ Hyuck Yoo⁰
Dept. of Computer Science, Korea University

요 약

유비쿼터스 환경에서는 다양한 종류의 응용 서비스가 존재한다. 이러한 서비스를 지원하기 위한 기반 구조로 제안된 소프트웨어 시스템들은 다양한 정보를 수집하여 그 중 의미 있는 정보를 이용한다. 본 논문에서는 서비스의 특성을 반영하여 네트워크를 구성할 수 있는 방법을 제시한다. 특히, 서비스들이 필요로 하는 여러 가지 요구 사항을 반영하여 라우팅 메트릭을 만들고, 온톨로지에 저장해 두어 서비스들이 필요로 하는 특성을 잘 반영할 수 있다.

1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 컴퓨팅 장치들은 생활 주변에 편재되어 있으며, 각각의 다양한 컴퓨팅 장치들은 서로 정보를 주고 받으며 인비지블 컴퓨팅(invisible Computing)을 구현한다. 인비지블 컴퓨팅을 통하여 제공되는 서비스는 사용자의 현재 상태와 주변 상황의 인지를 통하여 적합한 형태로 변형 또는 적응된다. 따라서, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에는 매우 다양한 종류의 응용 서비스가 존재한다. 위치 기반의 응용 서비스나 사용자의 인증, 긴급 상황 대처 등의 응용 서비스들과 같이 다양한 특성을 가지고 있는 서비스들이 대표적인 예이다.

다양한 서비스의 요구사항을 하나의 응용 시스템이 모두 만족 시키는 것은 대단히 어려운 일하므로, 응용 시스템은 상황 인지 기법이나 서비스의 특징들을 기반으로 하여 재구성하거나 최적화할 필요가 있다.

이러한 서비스를 제공하는 네트워크 역시 서비스의 요구사항에 맞도록 적응할 필요가 있다. 특히, 목적이 매우 특화된 서비스들이 혼재된 경우에는 다양한 요구사항들을 수용할 수 있도록 적응적 기법을 도입해야 한다[2].

이 논문에서는 유비쿼터스 환경에서 서비스를 제공하는 노드와 서비스를 받는 노드 간의 네트워크 구성방식을 제안한다. 즉, 서비스의 특성을 반영하여 효율적인 서비스 지원이 가능한 네트워크를 구성하는 방법을 제시한다.

유비쿼터스 환경의 단말들은 대개 사용 가능한 프로세

싱 파워나 네트워크 용량, 배터리 용량 등의 제한 조건이 매우 다양하며, 기존의 모바일 애드-혹 네트워크관련 표준화 그룹들 역시 이러한 면을 고려한 새로운 라우팅 프로토콜들에 대한 드래프트 및 표준화 작업이 활발하게 진행중이다[1].

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2절에서는 서비스 지향 네트워크를 정의하고, 특징과 장/단점을 기술한다. 3절에서는 서비스 지향 네트워크를 구성하기 위하여 필요한 라우팅 메트릭을 결정하는 방법을 설명한다. 4절에서는 결론과 함께 앞으로의 연구 방향을 제시한다.

2. 서비스 지향 네트워크의 정의

유비쿼터스 환경의 서비스들은 매우 특화되어 있고 종류도 매우 다양하다. 이러한 서비스는 개별적으로 사용되기 보다는 다른 서비스들과 연동되어 동작하므로, 서비스들은 매우 복합적이며 다양한 양상을 띤다. 따라서 이러한 모든 요구 조건을 맞출 수 있는 네트워크를 구성하는 것은 매우 어려운 일이다. 하지만, 각각의 서비스를 보면, 매우 핵심적인 요구사항을 가지고 있으며, 이 요구사항은 서비스 요청자가 가장 필요로 하는 조건이다.

예를 들어, QoS 보장을 필요로 하는 실시간 멀티미디어 데이터 전송의 경우 연속적인 데이터 전송이 보장될 필요가 있다. 만약, 경로 상의 노드가 죽게 되면 서비스에 큰 문제가 발생하게 된다. 멀티미디어 데이터의 경우, 연성 실시간의 특성을 가지고 있으므로, 일정 시간 이내

¹ 본 논문은 대학 IT 연구센터 육성, 지원 사업의 연구 결과로 수행되었음.

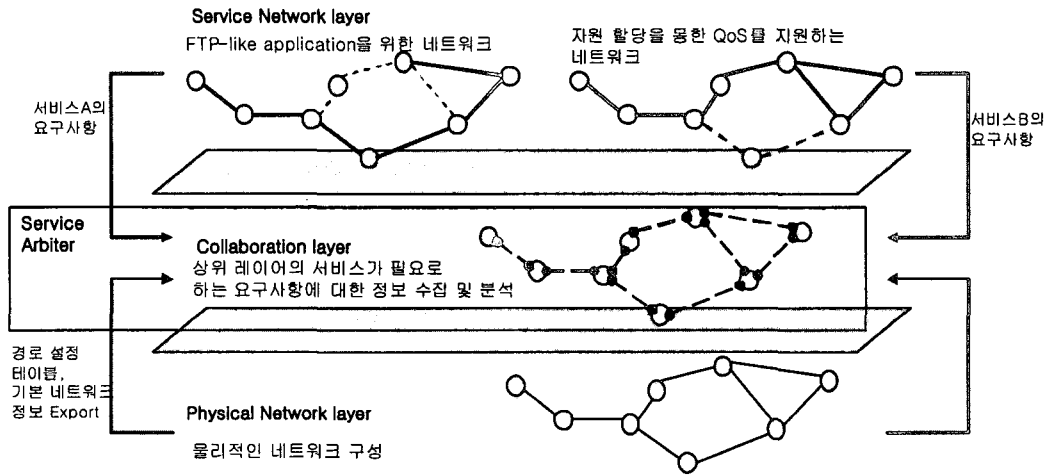


그림 1. 서비스 지향 네트워크 개념도

에 데이터가 들어오지 않으면, 효율이 매우 크게 떨어지거나 없어진다. 따라서 오랜 시간이 걸리는 경로 복구 작업은 큰 의미가 없을 수도 있다. 따라서, 경로 상의 노드들이 안정된 전력을 확보할 수 있는 경로를 설정한 후 세션을 시작하는 것이 좋은 전략이다.

다른 예로, 사용자의 정보나 시스템의 중요한 정보들이 교환되는 인증 프로토콜과 같은 경우, 노드들의 보안 레벨이 낮거나 보안상의 취약 노드로 판단된 노드를 가능하면 배제하는 것이 보안 상이나 프라이버시 문제를 줄일 수 있는 전략이 된다.

이와 같이 서비스의 특성에 맞게 네트워크의 구성 단계에서 원하는 정책을 설정하여, 서비스의 요구사항을 만족시킬 수 있는 네트워크를 서비스 지향 네트워크라고 한다.

서비스와 네트워크 정책 조율을 위하여, 서비스 지향 네트워크는 Service Arbiter를 네트워크 레이어와 서비스 레이어 사이에 위치 시킨다. Service Arbiter는 서비스의 요구사항을 분석하여 라우팅 프로토콜이 사용하게 될 비용함수를 생성하는 역할을 수행한다. Service Arbiter를 통하여 서비스의 종류에 따라 다양한 네트워크가 동적으로 생성 가능하다.

서비스의 요구사항과 라우팅 프로토콜의 메트릭은 XML이나 온톨로지와 같은 형식으로 표현이 가능하다. 여러 시스템에서 공통적으로 인식할 수 있는 포맷을 통해, 네트워크에 참여하는 노드들이 동일한 네트워크 경로를 생성할 수 있도록 한다.

3. 서비스 지향 네트워크의 라우팅 메트릭

네트워크 구성에 사용되는 주요한 메트릭으로는 소스

로부터 목적 주소까지의 홑 수, 최소 배터리 잔량, 사용자의 선호도, 보안 등급, 트래픽의 양 등이 있다.

네트워크 수준에서 제공 가능한 메트릭들은 저수준의 데이터들을 이용한 값이므로, 서비스를 제공하는데 사용되는 세만틱(Semantic)은 다른 소프트웨어 프레임워크가 결정해 주어야 한다.

서비스 지향 네트워크의 라우팅을 결정하는 라우팅 메트릭 함수는 서비스에 따라 필요한 요소들을 함수의 가중치 합 형태로 만들어, 함수 값에 따라 다음 홑을 결정하게 된다.

함수의 가중치 합을 구하기 위하여 필요한 요소는 각각 미리 정의되거나 구해진 값을 사용하며, Potential Based Routing에서 제시한 방법과 같은 방식으로 최소 홑 기반 메트릭과 각 서비스에서 요구하는 메트릭을 결합하여 비용을 계산한다. Anindya는 Routing using potentials [3] 논문을 통하여, 트래픽과 홑 수를 동시에 고려한 라우팅 방법을 제시하였다. 이 논문에서는 라우팅 프로토콜의 동작 방식을 송신자에서 수신자까지의 잠재값(Potential Value)으로 그래프를 통해 나타내었다. 즉, 송신자는 가장 높은 잠재값을 가지고, 수신자에서 가장 낮은 잠재값을 가진다. 그리고 각 노드에서는 잠재값의 Gradient가 가장 큰 값을 따라 다음 홑을 결정하도록 되어있다.

이 때, 반드시 경로는 송신자에서 수신자에게 도달할 수 있도록 결정되어야 한다. 즉, 경로 중간에 잠재값의 Gradient가 역전되어 극소값을 가지지 않도록 해야 한다.

비용의 계산은 최소 홑 기반 메트릭과 서비스에 따른 메트릭의 선택의 가중치 합으로 다음과 같이 결정한다.

$$F_d(i, j) = \frac{(1-\alpha) \cdot f_{d_shortest_path}(i, j)}{+\alpha \cdot f_{d_service_dependent_metric}(i, j)} \quad \text{단, } 0 < \alpha < 1$$

3. 1. 최소 흡 기반

흡 수를 기반으로 하는 메트릭은 모든 라우팅 기법에 기반이 되는 방식이다. 흡 수에 기초한 비용 함수는 다음과 같이 정의 할 수 있다.

$$V_{dmin}(i) = (i \text{부터 목적주소 } d \text{까지의 최소 흡 수})$$

$$V_d(i, j) = (i \text{부터 } j \text{를 거쳐 목적주소 } d \text{까지가는 최소 흡 수})$$

$$f_d(i, j) = \frac{V_{dmin}(i)}{V_d(i, j)}$$

단, j 는 i 의 이웃 노드 중 하나

최소 흡 기반 메트릭은 매 흡에서 최소 흡의 경로에 대해 1의 값을, 이외의 경로에 대해서는 0부터 1 사이의 값을 할당한다.

3. 2. 최소 배터리 잔량 기반 메트릭

최소 배터리 잔량 기반의 메트릭은 네트워크를 최대한 길게 유지할 수 있는 메트릭을 위하여 사용된다. 경로 상의 노드가 최대한 오래 살아있도록 설정되어야 하는 서비스는 연속성이 요구되는 서비스들에 해당된다. 예를 들면, 연성 실시간의 특성을 가지는 멀티미디어 데이터 스트리밍과 같은 서비스에 적합하다. 멀티미디어 데이터 스트리밍 서비스를 지원하는 동안 네트워크 상의 노드가 배터리 문제로 인해 죽게 되면, 네트워크를 복구하는 동안의 긴 시간차로 인해 실시간성의 특성을 잃거나 QoS가 크게 떨어진다. 구체적인 메트릭은 다음과 같이 설정할 수 있다.

$$f_{dmin}(i, j) = \min_k \left(\begin{array}{l} i \text{부터 } j \text{를 거쳐 목적주소 } d \text{까지의} \\ \text{경로 상의 노드 } k \text{의 배터리 잔량} \end{array} \right)$$

단, j 는 i 의 이웃 노드 중 하나

3. 3. 사용자 이기성 기반 메트릭

애드-혹 네트워크 상의 노드들은 스스로 단말의 역할과 중계 노드의 역할을 수행한다. 따라서, 자신이 원하지 않는 경우에도 중계 역할을 위해서 자신의 자원들(네트워크 용량, 프로세싱 자원 등)을 사용한다. 따라서, 사용자는 자신의 용량과 중계역할의 비율을 설정할 수 있다. 이것은 사용자의 이기성 정도에 대한 메트릭이 되며, 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$w(i) = \left(\frac{\text{노드 } i \text{의 네트워크 자원 사용비율}}{\text{노드 } i \text{의 중계 비율}} \right)$$

$$X(i, j) = \frac{w(i)}{w(j)}$$

$$f(i, j) = \frac{\min(X(i, j))}{X(i, j)}$$

단, j 는 i 의 이웃 노드 중 하나

3. 4. 보안 등급 기반 메트릭

보안 기반 등급은 노드의 신뢰성과 사용자의 인증으로 메트릭을 계산할 수 있다. 또한, 보안 상의 취약 노드에 대한 고려를 추가할 수 있다.

구체적인 함수는 다음과 같이 정할 수 있다.

$$f_d(i, j) = \left\{ \begin{array}{l} 1, \text{노드 } i \text{에서 } j \text{를 거쳐 목적주소 } d \text{까지의} \\ \text{경로상의 노드가 모두 인증 되었으며(authentication)} \\ \text{사용자가 인증된 경우(authorization)} \\ 0.5, \text{노드 } i \text{에서 } j \text{를 거쳐 목적주소 } d \text{까지의} \\ \text{경로상의 노드 중 인증되지 않았거나(unauthenticated),} \\ \text{사용자가 인증되지 않은 경우(unauthorized)} \\ 0.25, \text{노드 } i \text{에서 } j \text{를 거쳐 목적주소 } d \text{까지의} \\ \text{경로상의 노드 중 침입을 받은 노드가 있는 경우} \\ 0, \text{노드 } i \text{에서 } j \text{를 거쳐 목적주소 } d \text{까지의} \\ \text{경로상의 노드 중 인증되지 않았고(unauthenticated),} \\ \text{사용자가 인증되지 않은 경우(unauthorized)} \end{array} \right.$$

4. 결론 및 향후 연구과제

서비스 기반의 네트워크는 유비쿼터스 환경의 다양한 서비스의 특성을 반영할 수 있다는 점에서 매우 특징적이다. 서비스의 특성을 고려한 메트릭을 통하여 Service Arbiter는 각 경로에 대한 비용 함수를 생성하고, 비용 함수에 따라 다음 흡으로 향하는 벡터를 결정한다. 이 벡터의 경로함수에 따라 최대의 경도를 가지는 노드를 다음 흡으로 결정하여, 여러 가지 메트릭의 요소를 동시에 고려할 수 있도록 하였다.

현재 제시하는 방법은 하나의 서비스에 최적화된 서비스 지향 네트워크를 구축하는 방법이지만, 여러 종류의 서비스가 중첩되는 경우에는 일관성에 문제가 생길 수 있다. 따라서, 다른 특성을 가지는 여러 가지 종류의 서비스에 대해서도 유연하게 네트워크를 구성하는 방식이 필요하다.

참고 문헌

[1] IETF Mobile Ad-Hoc Networks (MANET) Working Group, <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>

[2] David L., Declan O., *Adaptive systems for ubiquitous computing*, Proceedings of the 1st international symposium on Information and communication technologies, September 2003

[3] Anindya B., Alvin L., Sharad R., *Routing Using Potentials: A Dynamic Traffic Aware Routing Algorithm*, Proceedings of the 2003 ACM SIGCOMM Conference, August 2003