

미래형 생체모방 자율 컴퓨팅: 유럽 FP6 BIONETS과 일본 AKARI 프로젝트 중심으로

Thang Le Duc, Dung Tien Nguyen, Duc Tai Le, 추현승
성균관대학교

요약

미래의 IoT, 클라우드 빅데이터, 모바일 환경에서 퍼베이시브 정보통신(Pervasive information network)은 우리 사회에 스며들어 다양한 기기를 통해 접근한다. 이를 실현하기 위해, 새로운 네트워크 아키텍처와 서비스 플랫폼이 요구된다. 현재의 네트워크 환경에서 이러한 형태의 퍼베이시브 정보통신을 지원하는 것은 매우 어렵다. 실제 환경과 가상 공간 사이의 간극을 극복하기 위한 연구는 도전적인 주제이다. 관련 연구 결과 중 가장 발전된 형태의 성과를 보이는 것으로 일본 AKARI 프로젝트와 유럽 FP6 BIONETS 프로젝트가 있다. AKARI 프로젝트는 차세대 네트워크의 구현을 목표로 하고 있으며, 이를 위해 완전히 새로운 형태의 미래인터넷 아키텍처를 설계했다. BIONETS 프로젝트는 미래인터넷 환경에서의 새로운 서비스 프레임워크를 확립했다. 이러한 프로젝트의 연구 및 결과물 융합을 통해 미래 사회에 기여할 수 있는 보다 발전된 형태의 네트워크를 준비한다.

I. 서론

오늘날의 컴퓨터와 네트워크는 유비쿼터스 환경에서 정의한 것과 같이 주변에 내재되어 있으며 시간과 장소 구애 없이 이용한다. 정보통신(Information network) 기술은 주변의 모든 객체들을 연결하여 사용자에게 여러 서비스를 제공함으로써 세상을 보다 편리하게 만든다. 이에 현실 공간과 가상 공간이 유기적으로 연결되어 있어 사용자들은 이 두 공간 사이에서 주고받는 정보를 인지하지 못한다. 오늘날의 인터넷은 퍼베이시브 정보통신 기반 사회에 적합하지 않아 보다 발전된 사회로의 전환에 커다란 걸림돌이 되고 있다. 따라서 정보통신 기반의 사회를 실현하기 위해 새로운 차세대 네트워크(NWGN: New generation network)가 필요하다. NWGN은 현실 공간 및 가상 공간을 통합하고 이 두 공간을 원활하게 다룰 수 있어야 한

다 [1][2]. 그리고 NWGN 상에 구축될 서비스 중심 프레임워크는 사람과 사람, 사람과 기계, 그리고 기계와 기계 간 통신을 지원하도록 요구된다.

최근 AKARI 프로젝트에서 미래 네트워크를 위한 아키텍처가 등장했고, BIONETS 프로젝트에서 서비스 프레임워크를 제안했다 [2]. BIONETS는 새로운 네트워킹과 서비스 공급 패러다임을 퍼베이시브 컴퓨팅 환경이 적용된 사회의 관점에서 소개한다. 일반적으로 BIONETS는 유전학, 진화생물학, 공학 기반 자율 네트워크를 지향한다[3].

AKARI, 미래 인터넷 프로젝트: AKARI 프로젝트는 네트워크 아키텍처를 개발하고 이 아키텍처를 기반으로 네트워크 디자인을 생성하는 NWGN을 위해 연구된 기술이다. 미래 인터넷 프로젝트를 의미하는 이 기술은 다양한 clean-slate 접근 방법을 추구한다. 이 연구에서 사용된 clean-slate 접근 방법으로는 대량의 정보 전송, 지방 경제와 사회 활동을 촉진 시키는 새로운 지역 네트워크 플랫폼, 동일한 물리적 인프라에서 다양한 네트워크 아키텍처와 애플리케이션이 공존할 수 있게 하는 네트워크 가상화 기술, 이동성, 멀티호밍(Multi-homing), 확장 가능한 라우팅 및 초기 보안 기능을 지원하는 새로운 세대의 네트워크 개발을 위한 식별자/위치지정자 분할 아키텍처, 그리고 새로운 세대의 네트워크 녹색화를 위한 광학 경로 및 패킷 통합 기술이 있다.

NWGN 아키텍처는 기술 혁신으로 인한 기술과 이론적인(과학) 기술을 통합하여 설계되었다. 이 아키텍처는 전체적인 최적화가 가능하며 새로운 기능을 유연하게 적용할 수 있게 구성된다. 또한, 쉽게 발생하는 문제를 줄여 신뢰성 제공뿐 아니라 증가하는 인터넷 다양성, 확장성도 간단하게 적용된다. NWGN에서 네트워크 엔티티는 실제 사회와 연관된다. 엔티티와 사회 간 관계를 원활히 통합하기 위해 주소는 물리적 및 논리적 공간으로 분리된다. 그리고 분리된 주소 공간과 인증 또는 추적 요청 사이의 사상이 이루어진다. NWGN은 자가(self-*) 특성을 갖는 강인한 대규모 네트워크다. 네트워크 엔티티는 자가 분산 방식으로 동작하고, 전체 네트워크는 스스로 조직화된다. 사용자에게 개방성을 제공하여 네트워크에 새로운 애플리케이션 생성

을 가능하게 한다.

FP6-BIONETS, 미래 네트워크를 위한 서비스 중심 프레임 워크: BIONETS는 안정적인 동작을 위해 생체모방 개념을 기반으로 자율적인 프레임워크와 완전히 분리된 분산된 방법의 서비스 관리 기능을 정의한다[4].

- 지역적 및 비정기적 정보 기반 자율적 피어 투 피어(peer-to-peer) 통신 모델: 성능이 높은 User-nodes는 상호 통신 범위 내에 존재하고 사용자 기기의 서비스가 상호 작용을 요구할 때 다른 노드와 연결을 수립한다. 사전에 부여된 연결 제약조건은 없으나 메시지를 전달하기 위해 사용자 이동성이 활용된다. 프로토콜은 주소 기반으로 동작하지 않으나, 근접한 모든 기기는 같은 서비스를 수행한다[5].
- 생체 모방 알고리즘 기반 자가 순응(Self-adapting): 서비스는 중앙 제어 없이도 자원 제약, 동적 변화 및 이종의 환경에서 존속하고 진화하는 것이 가능해야 한다. 구현된 서비스는 경쟁적인 환경에서 생존하고 자연 도태의 압박에서 생존해야 하는 유기체의 유전자로 간주된다[3].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 섹션 II는 두 프로젝트의 특성과 관계를 설명한다. 섹션 III은 차세대 네트워크의 설계원리와 퍼베이시브 통신 환경을 위한 구조적 아키텍처를 제공한다. 섹션 IV은 AKARI와 FP6-BIONETS의 주요 성과를 요약하여 제공한다. 마지막으로 섹션 V은 향후 진행할 연구 방향에 대해 설명한다.

II. 프로젝트 범위

1. AKARI: 차세대 네트워크의 비전, 목표, 전략 및 접근

AKARI 프로젝트의 철학은 기존 제약에 구애 받지 않고, clean-slate에서 새로운 네트워크 아키텍처를 연구하여 이상적인 솔루션을 추구하는 것이다. 이후 기존의 네트워크에 대해 고려할 수 있다. 이 프로젝트는 미래 네트워크 전역에 효과적인 디자인을 제공하고자 한다. 사회 기반 시설의 일부로 포함된 차세대 네트워크 비전을 달성하기 위해, 각각의 근본 기술이나 서비스 아키텍처는 검열과 통합을 거쳐 전체 디자인을 간소화 한다.

AKARI 프로젝트는 일본에서 새로운 세대의 네트워크를 위한 청사진을 제공한다. 이 네트워크는 미래 첨단 기술을 기반으로 하며, 모든 통신 서비스를 지원할 수 있는 토대가 될 것이다. 이 청사진은 새로운 세대의 네트워크 전체를 설계할 뿐 아니라, 네트워크가 상호 작용하는 산업계를 위한 새로운 세대의 네트워크 기술의 방향을 제공할 것이다. 기존 기술에서 새로운 기술로

이전하는 시나리오는 신규 개발이 필요한 산학 협력에서 사용되고 확장될 것이다. AKARI 프로젝트는 새로운 세대의 네트워크 기술로 구성되는 네트워크의 테스트베드 설계 및 구축을 통해 새로운 세대의 네트워크 아키텍처를 평가할 것이다. 이 프로젝트는 산학 협력으로 진행된 실험을 통해 NWGN 아키텍처의 유효성을 확인하고 미래 표준화를 위한 방향을 제공할 것이다. 이는 아래와 같은 가이드라인을 통해 수행된다[6]:

- 미래 행동 제시 및 산업 간 공정한 경쟁 촉진 통해 균형 있는 혁신을 보장하여 산업을 이끈다.
- 효율성 개선만 목표로 하지 않고, 공통적인 기본 원칙을 기반으로 새로운 세대의 네트워크를 설계한다.
- 10년 이상 배포 가능하고 실제 경험 기반의 설계 능력 형성이 가능한 지배적 시각을 생성하고 유지한다.

2. BIONETS: 미래 인터넷의 확장성, 복잡성 및 이종성 해결방안

BIONETS의 주요 목적은 디스어피어링 (Disappearing) 네트워크 아키텍처와 자율 서비스를 통합하는 새로운 서비스 네트워크 (SerWorks: Service networks) 아키텍처를 정의하는 것이다. SerWorks는 아래 세 가지 요소에 대한 문제를 해결하고자 한다.

- 확장성(Scalability): 기본적인 방식은 연결을 요구하지 않는 것이다. 다시 말해 BIONETS 네트워크는 연결이 자주 중단된다. 모든 동작은 간헐적인 연결성 기반으로 수행되어야 한다(반드시 백본(Backbone)에 참여해야 된다는 의미는 아니다). 모든 노드는 기본적으로 동등한 peer로 동작하고 지역적인 상호작용을 기반으로 정보를 교환한다. 장치 이동성은 네트워크에서 정보를 확산하기 위해 활용된다.
- 복잡성(Complexity): 시스템의 복잡성은 사람이 정보를 관리하고 보호하는 역량을 넘어서는다. 이에 따른 해결책은 시스템의 자동성 정도를 증가시키는 것이다. 자율 시스템은 관리자로부터 높은 수준의 명령을 받아서 스스로 정보를 관리할 수 있는 컴퓨팅 시스템이다.
- 이종성(Heterogeneity): 시스템 장비는 각기 다른 역할과 기술적 특징을 지원하도록 두 개의 큰 범주로 구분된다. 네트워크는 저가의 작은 센서 노드(T-Nodes: Tiny sensor nodes)와 강력하고 복잡한 모바일 기기(U-Nodes: User nodes)의 차이에 따라 두 계층의 아키텍처로 존재한다. T-Nodes는 매우 제한적인 통신 능력을 갖추고 있어 완전한 프로토콜 스택을 소유할 수 없다. 이들은 물리적인 현상 감지 및 측정에서 사용되며 정보를 필요로 하는 U-Nodes에 정보를 전송한다. T-Nodes 간 통신은 기존의 센서 네트워크 접근 방식과 다르다. BIONETS는 더 작고 저가의

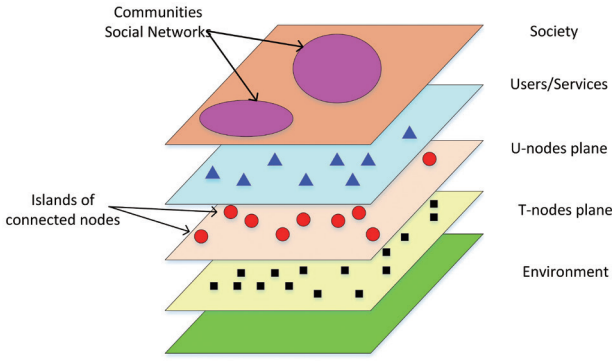


그림 1. BIONETS 구조

지속성이 좋은 장비를 고려한다. 이를 통해 전송에 야기되는 부담에서 센서를 자유롭게 한다. U-Nodes는 근처 T-Nodes로 정보 송신을 요구하며 공동 통신 범위로 들어갔을 때 T-Nodes와 U-Nodes 간 통신이 가능하다 [5].

위 <그림 1>과 같이 SerWorks에서 네트워크와 서비스들은 병합되므로 통합된 서비스 지향 아키텍처는 응용계층과 네트워크 계층에 모두 적용되며, 현재 네트워크 계층 해결책으로 제공된 유연성 향상을 목표로 한다. 이를 위해 실행 중인 서비스에 의해 동작하는 네트워크 프로토콜을 진화시키고 적용할 수 있도록 한다. 또한, 이 아키텍처에서 서비스 맞춤형 네트워크 프로토콜은 환경적 특징과 서비스 제약에 따라 즉시 구축될 수 있다.

3. 두 프로젝트 관계

미래 네트워킹 상황에서, AKARI는 네트워크 엣지에서 BIONETS와 만나게 될 것이다. AKARI는 미래 인터넷을 위해 모든 네트워킹 장비들을 다룰 수 있는 디자인에 주력한 반면, BIONETS는 사용자에게 제공되는 서비스에 가까우며, 사용자의 기기와 실제 네트워크 장비들 간의 상호작용 격차를 해소하기 위한 프레임워크이다. 지금까지 위에서 설명한 바와 같이, AKARI와 BIONETS는 다음과 같이 비교 및 대응된다.

- AKARI는 필수적인 계층 네트워크 기반시설을 준비하고, 모든 애플리케이션에 대한 준비가 되어 있어야 하며, 어디서나 사용 가능하고, 어떠한 매체를 통해서든 통신할 수 있어야 한다. 이러한 디자인은 서비스를 구현하기 위한 모든 기반을 제공한다.
- 두 프로젝트는 가상 컴퓨터 환경에서 이중성 및 확장성 문제 해결을 목표로한다. BIONETS는 수많은 기기가 연결되어 있는 엣지 네트워크로 AKARI의 성능을 증가시킨다. BIONETS의 프레임워크를 실행하는 사용자 노드는 주변

지역에서 실시간으로 데이터를 얻을 수 있으며 AKARI 기반시설에 연결하는 사용자 노드가 인터넷이 전송할 수 있는 종류의 정보를 push/pull 하는 것을 허가한다.

- 네트워크 관리 측면에서 살펴보면 AKARI는 백본 네트워크를 위한 분산 제어 모델을 제안하며, 이러한 이유로 사용자 서비스는 고장난 컨트롤러의 단일 포인트에 의존하지 않을 수 있다. 반면에 BIONETS는 확실한 네트워킹 위치에 있는 사용자 노드의 종속을 완화시키는 혁신적인 자가 조직 메커니즘을 추가한다. 이 둘은 완전한 분산 환경을 제공한다.
- AKARI는 사용자 측면에서 발생하는 문제들을 미해결로 남겨두는 반면, BIONETS는 자신의 최고 이슈 중 하나가 될 네트워크 유동성을 철저히 고려한다. 사용자 제안 BIONETS를 위해 원활한 서비스를 유지하는 것은 AKARI의 향상될 부분이다.

III. 구조 및 조직

1. AKARI: 설계 원칙 및 신규 도입 기술

NGWN은 clean-slate 디자인에 기반하여 설계되어 기존 인터넷의 한계에 영향을 받지 않는다. 이는 현재 인터넷 아키텍처와는 다른 형태로 미래 유비쿼터스 서비스를 제공할 것이다.

<그림 2>는 NWGN의 일반적인 구성을 나타낸다. 중앙에는 IP를 대체하기 위해 공통(Common) 계층의 공통 네트워크가 위치한다. 하위에 위치한 언더레이(Underlay) 네트워크는 여러 기술을 가지며, 다양한 형태의 전송 또는 접근을 제공한다. 공통 네트워크 위의 오버레이(Overlay) 네트워크는 애플리케이션이 실행될 유연하고 사용자 정의 가능한 계층을 제공한다. 크로

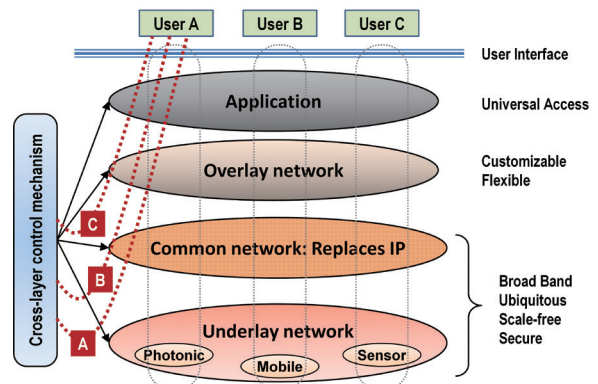


그림 2. 새로운 세대 네트워크 구성 개념도

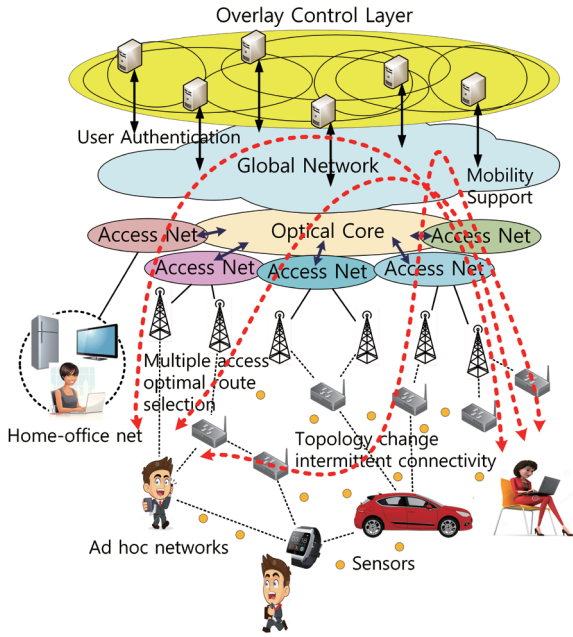


그림 3. 새로운 세대 무선 모바일 액세스 네트워크

스(Cross) 계층 제어 메커니즘은 아래 그림의 A, B, 그리고 C와 같이 각 계층 사이에서 계층 간 협업과 계층에 맞는 적절한 서비스를 사용자에게 제공한다.

다양한 사용을 위해 기술을 선택하고 통합할 때 간소화는 가장 중요하다. NWGN은 공통 계층을 가지며 불필요한 기능을 제거한다. 어떤 네트워크에서든 사용자에게 어플리케이션 제작을 용이하게 하기 위한 개방을 제공하는 것은 중요하다. 개방성 제공은 간소화된 구조를 가지며, 서비스 다양성이 말단 노드까지 보장되어야 한다. 오버레이 네트워크 개념은 이를 달성하기 위한 수단으로 작용한다.

NWGN에서 고속 통신을 지원하기 위해 광 네트워크 인프라와 패킷 스위칭, 광 접근에 필요한 프로토콜 및 기법이 필요하다. 또한, NWGN의 요구 사항을 충족하기 위해 모바일 액세스 네트워크가 재설계 되어야 한다. <그림 3>은 여러 개의 센서나 개인 통신 기기가 사용자를 둘러싼 환경에 존재할 새로운 세대의 무선 통신 기술과 구성을 보여준다. 센서와 통신 기기는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크, 무선 멀티 홉 네트워크, 개인 영역 네트워크와 같은 네트워크를 설정한다. 각 네트워크는 다른 네트워크와 상호 무선 연결이 가능하다. 또한, 센서와 통신 기기를 광 코어 네트워크에 연결해 전역 통신을 가능하게 한다.

네트워크 장치뿐 아니라 데이터 콘텐츠 수가 많아지면 자원 위치 결정 서비스를 위한 새로운 프로토콜이 필요하다. AKARI는 이동통신 또는 멀티호밍 간소화, 개인정보 보호 및 확장 가능 네트워크 구성을 위한 식별자(Identifiers) / 위치지정자

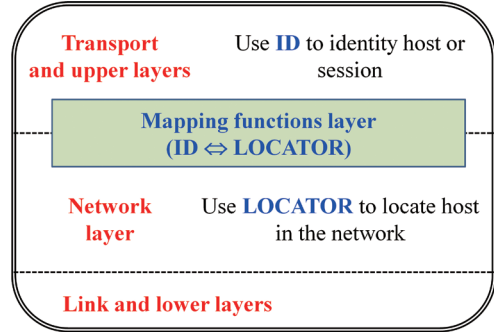


그림 4. 식별자/위치지정자 분리 프로토콜 스택

(Locator) 분할 인터넷워킹 아키텍처를 제공한다. 식별자는 어플리케이션과 전송 계층에서 노드 식별에 사용되고, 위치 지정자는 네트워크 계층에서 로케이팅(Locating) 노드를 위해 사용된다. 아키텍처는 노드 식별자가 하나 이상의 위치 지정자와 항상 또는 서로 다른 시간 인스턴스에 연관되도록 한다. 그리고 노드 식별자를 상응하는 위치지정자와 결합하기 위한 동적 보안 사상 시스템을 사용한다. 반면에 아키텍처는 다수의 노드 식별자가 일반 위치지정자를 공유하게 한다. <그림 4>는 식별자/위치지정자 분리 프로토콜 스택을 표현한 것이다.

네트워크 가상화는 대규모 NWGN을 위해 필요하다. 가상화 기술은 물리적 컴퓨터 자원을 복수의 논리적 자원으로 만든다. 가상화 기술을 통해 컴퓨터 자원을 활용하는 다수의 사용자는 리소스를 독립적이고 투명하게 사용 가능하다. 대규모 NWGN은 자기조직화 능력을 요구한다. 자기조직화는 낮은 단계의 구성 요소 간 상호 작용으로부터 전역 단계의 시스템에서 등장하는 자기조직화 동적 메커니즘의 집합이다. 이 시스템의 구성 단위에서 상호 작용을 규정하는 규칙들은 전역 패턴 참조 없이 순수 논리적 정보에 기초한다. AKARI 프로젝트는 완전한 견고성을 가진 네트워크를 구현하고 생물학적 시스템의 자율 및 자기조직화 능력을 적용하는 것을 목표로 한다. 자기조직화 제어는 긍정적인 피드백, 그리고 안정성은 부정적인 피드백에 따라 제공된다. 또한, 임의성을 도입하여 로컬 솔루션에 한정하지 않고 새로운 솔루션을 발견할 수 있도록 통합한다. 이로 인해 적응성을 확보한다.

2. BIONETS 구조 모델 및 통신 전략

가. 프레임워크 모델

서비스 프레임워크는 SC(Service cells)와 SM(Service mediators)으로 구성된다. 하나의 SM은 특정 SC에 바인딩되고, 동일한 관리 가능성을 공유한다. 아래 <그림 5>와 같이 상호작용(Interaction) 프레임워크는 SM 간의 통신을 위한 수단

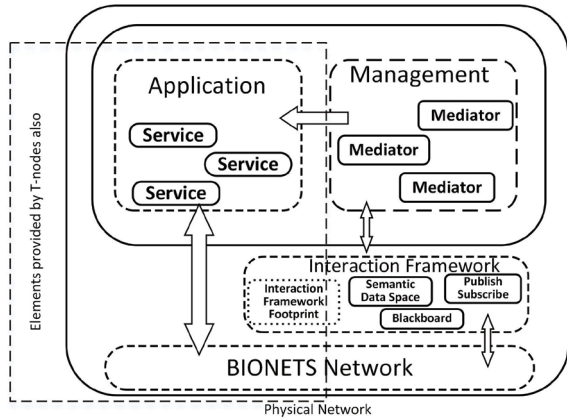


그림 5. SerWorks 서비스 프레임워크

과 상호 작용 모델의 유연한 지원을 제공한다[9].

BIONETS는 지역적 서비스 중심 통신과 자가 진화 바이오 플랫폼 두 가지 특징으로 구성된다. 지역적 서비스 중심 통신은 디스어피어링 네트워크를 관리하고 정보 확산, 통신 및 필터링에 대한 새로운 접근법 위에서 구축되며, 종래의 종단간(End-to-end) 인터넷 개념을 지역화된 서비스 기반 통신으로 대체하는 것을 목표로 한다. 자가 진화 바이오 플랫폼은 자율적 라이프 사이클을 지원하며 자율 서비스를 지원하기 위한 진화하는 생체 모방 플랫폼을 의미한다.

나. BIONETS 통신

BIONETS 통신 모델은 노드를 분할하는 2계층 네트워크 아키텍처에 기반한다. T-Nodes는 장치의 복잡도를 낮추고 장치의 수명을 늘리기 위해 저장 및 포워딩 기능을 갖지 않는다. 반면 U-Nodes는 서비스를 실행하는 장치로 컴퓨팅/통신 기능을 수행하며 에너지 소비 문제에서 거의 자유롭고 사실상 모바일 환경에서도 사용된다. U-Nodes는 서로 통신하며, 여러 T-Nodes와도 통신한다. U-Nodes는 센서로부터 수집된 데이터의 싱크(Sinks) 역할 뿐 아니라 U-Nodes 간 통신을 위한 소스/중계/싱크(Source /relays/sinks) 역할 모두 수행한다[5].

U-Nodes 사이의 통신은 종단간 표준 인터넷 프로토콜과 반대로 계획적인 지역화P2P 상호작용에 기초한다. U-Nodes가 상호 통신 범위에 있고 사용자 장치에서 실행 중인 서비스가 상호작용이 필요할 때 원홉(One-hop) 통신을 형성한다. 장치의 이동성은 메시지를 전달하고 연결된 섬의 군도(Archipelago of connected island)를 만들기 위해 이용된다. 이러한 지역적인 통신 패러다임의 주요 이점은 1) 전역 주소 할당 메커니즘과 2) 라우팅 메커니즘이 필요하지 않다는 것, 그리고 이를 통해 네트워크 관리 메커니즘의 복잡도를 낮추는 것이다. 이 패러다임의 초점은 특정 노드로 정보를 전송하는 것(주소 기반 아키텍처)뿐

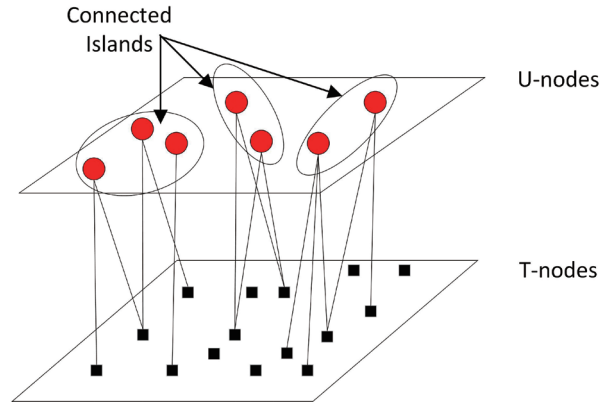


그림 6. 2계층 BIONETS 네트워크 아키텍처

만 아니라 모든 근접 장치에 동일한 서비스를 실행하는 것(지역적 서비스 지향 통신 모델)이다. <그림 6>은 네트워크 아키텍처를 나타낸 것이다.

BIONETS의 확장성 문제 해결 방법은 엄격한 연결 요구사항을 포기한 것이다. BIONETS 네트워크는 항상 분리되어 있다. 상호 통신 범위 내에서 노드는 노드의 섬(Island of nodes) 또는 군도(Archipelago)처럼 보이는 전체 시스템을 형성한다. 이는 다시 인터넷 기반 애플리케이션의 전형적인 종단간 통신 패러다임의 필요성을 이끈다. BIONETS에서 모든 동작은 간헐적인 연결에 기초하여 수행되어야 한다. 이 간헐적 연결은 다른 장치와의 통신을 의미하는 일반적인 의미가 아닌, 백본 네트워크 접속 및 목적지 경로 설정을 의미한다. 모든 노드는 동등하고, 정보 교환은 지역적 상호작용에 기반한다. 모든 통신은 섬 안에서 이루어지기 때문에, 따라서, BIONETS에 사용된 포워딩 방식은 사실상 기회주의적이다. 네트워크 내의 정보 전파는 장치의 이동성에 의존하기 때문에, BIONETS 포워딩 전략은 적합한 정의는 기존의 축적후 전송(Store-and-forward) 방식이 아닌, DTN(Delay-tolerant networking)에서 사용되는 전략과 같은 축적후반후 전송(Store-carry-and-forward) 방식이다.

BIONETS는 콘텐츠 기반 네트워킹을 제안한다. 네트워크 객체는 객체 이름, 객체 주소, 객체에 도달할 수 있는 경로 세 가지 요소로 구성된다. 각각의 요소는 논리적으로 분리된 평면(Separated planes)에서 동작한다. BIONETS의 패킷 기반 통신은 기존 네트워크와 같이 1) 주소에 이름을 연결하고 2) 주소로 경로를 찾고 3) 목적지로 패킷을 전달한다. 이 때, 핵심은 목적지가 주소 영역이 아닌 이름 영역에 속하는 것이다.

IV. 주요 기여

1. AKARI의 네트워크 하위 아키텍처

앞서 말한 아키텍처 및 지원 기술로 AKARI 프로젝트는 5 개의 네트워크 하위 아키텍처를 제안했다.

① **모델A:** 계층간 협업을 가진 계층 모델 기반 통합 아키텍처. 계층 모델에서 이것은 기존의 다중경로 통신, 중단-허용 네트워크, 그리고 이기종 네트워크를 수용하며 공통의 인프라 위에 다중 독립 네트워크를 구축할 수 있는 네트워크 아키텍처를 제안한다. 네트워크는 일반적이며 다양한 애플리케이션을 지원한다. 이것은 미래의 다양한 사용자 요구를 목적으로 한다.

② **모델B:** 하위계층(네트워크계층 이하)에서 기능 중복을 감소시키고 적응 모델을 단순화한 아키텍처. 이 모델은 IP 기반 네트워크로 매우 단순화된 네트워크 모델이다. 이 모델은 합리적인 양의 기능과 처리 능력을 가진 단말 장치를 권장한다. 사용자가 광 회선 교환 네트워크에서 장애 발생을 보고하도록 요청하는 네트워크 관리 단순화를 포함한다.

③ **모델C:** 보장된 QoS와 멀티캐스트를 위한 아키텍처. 모델C는 계층 모델에서 흐름(Flow)과 관련된 QoS를 구성한다. 데이터그램(Datagram)의 상위 계층, 즉, 전송 계층에서 QoS가 수행되어야 하는 규정이 있다. 이 데이터 소스로부터 데이터의 배포에 이것이 사용되기 때문에 동일한 계층에서 멀티캐스트 통신이 수행된다.

④ **모델D:** 이종장치와 네트워크를 접속하기 위한 아키텍처. 이종 네트워크를 통합하기 위한 호스트 식별자와 식별자/위치 지정자 분할 아키텍처의 개념이 적용된 모델이다. 이 모델은 NWGN의 설계 원리에 따라 다양한 네트워크를 수용한다. 또한, 이 모델은 식별자/위치지정자 분할 및 동적 사상 기능뿐 아니라 다른 검색 기능의 도입으로 인한 서비스 발명의 중요성을 다룬다.

⑤ **모델E:** 센서 정보 배포 및 지역/개별 적응 서비스에 대한 모바일 액세스 아키텍처. 이 모델은 주로 사용자에게 제공하는 서비스에 집중하고 센서 및 사람들의 행동 정보를 통합하는 모바일-액세스 네트워크를 제안한다. 이 네트워크는 다수의 서비스 조향에 대한 공통 서비스 플랫폼으로 작동하며, 안전하고 에너지 효율적이다.

〈그림 7〉은 인터넷과 비교 가능한 5개의 네트워크 하위 아키텍처 복잡성과 기능을 나타낸다. NGI(Next generation internet)는 현재의 인터넷을 위한 많은 기능들이 추가된 네트워크다. 제안된 네트워크 모델 아키텍처 기반으로 네트워크가 구성되면 각 네트워크는 〈그림 7〉과 같이 복잡성과 기능을 가지

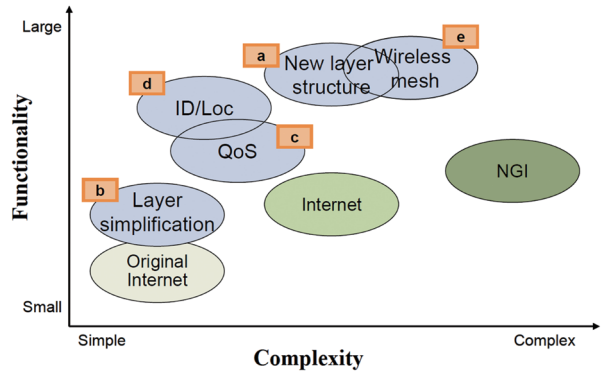


그림 7. 네트워크 하위 아키텍처 복잡성과 기능

게 된다. NWGN 설계에 제안 모델을 적용할 때 많은 기능을 추가하되 복잡성을 최소화하는 것을 목표로 한다.

2. BIONETS의 통합 네트워크 및 서비스 환경

3개 프레임워크로 구성된 SerWorks 아키텍처 코어: SerWorks 아키텍처 코어는 최상위 계층의 서비스 프레임워크, 중간 계층의 상호작용 프레임워크 및 최하위 계층의 네트워킹 프레임워크로 구성된다. 서비스 프레임워크는 응용프로그램, 서비스 단계 로직, 분산자율적 실행 및 관리를 위한 여러 기능을 포함한다. 상호작용 프레임워크는 동시에 여러 개의 상호작용 모델들을 활용하여 서비스와 네트워킹 프레임워크 관리 구현체 간 통신을 설립하고 유지한다. 상호작용 모델은 분산 서비스들 사이에서 효과적인 통신을 지원하기 위해 공유된 데이터 공간과 같이 구현되었다. 네트워킹 프레임워크는 IP기반 네트워크처럼 연결 기반 네트워크나 기회주의적 네트워크에서 안전한 통신을 지원하고 네트워크 맥락 정보를 숨기는 것과 같은 기본적인 통신을 제공한다.

자율 및 진화 서비스: 전달 체계는 앞을 예측할 수 없고 지속적으로 변화하는 환경에 적응하기 위해 진화했다[9]. BIONETS는 유전자 알고리즘을 프레임워크에 적용하였다: 각 노드의 유전자형은 사용된 전달 체계를 설명한다. 선택 프로세스는 시스템에서 가장 적합한 유전자형의 확산을 조성하고 새로운 유전자형은 존재하는 것을 조합하거나 임의의 변화를 적용함으로써 생성된다. 자가 전달 서비스는 자율적으로 진화할 수 있다. 각 노드는 전달된 메시지를 또 다른 노드에게 전달하는 동작이 명시된 있는 전달 정책을 따른다. BIONETS의 GA-기반 기술은 두 가지 중요한 기능이 존재한다. 첫째, 새로운 자식(Offspring) 세대는 기회주의적 접촉 과정으로 연결되어 있고 새로운 서비스 표현은 다른 노드를 만나 생성된다. 둘째, 메시지 전달은 진화의 대상이 되는 유전자형에 의해 명시된 정책에 따라 수행된다는 점에서 진화 과정과 연결되어 있다.

V. 결론

이 논문에서 우리는 AKARI와 FP6-BIONETS 프로젝트에서 제시하는 자율 및 퍼베이시브 컴퓨팅 패러다임의 비전을 통해 미래 인터넷 개념을 연구했다. AKARI 프로젝트는 미국의 GENI(Global Environment for Network Innovations), 또는 유럽의 미래 인터넷 연구 및 실험과 같은 FP7(Seventh Framework Programmes)과 유사하다. 새로운 세대는 기존 기술 한계에 제한되지 않는 자유로운 아이디어에 기초하여 행동한다는 의미를 포함하고 있으며, 신규와 중립의 관점을 가진다. 새로운 세대의 네트워크 아키텍처를 구현하기 위해서는 일반적인 네트워크 기술 지식을 가진 네트워크 설계자의 참여가 중요하다. 새로운 세대의 네트워크 연구는 미래의 구체적인 설계의 촉진제가 될 것이다.

BIONETS 서비스 생성 개발 모델은 서비스 생성에 있어 사용자의 노력을 줄이는 동시에 자기진화(Self-evolving), 자율화(Autonomic) 기반 기술을 특정 타겟 서비스에 적용하여 최적의 지원을 얻는 것을 목적으로 한다. 이러한 관점에서 볼 때, BIONETS 서비스의 분산 애플리케이션과 연결된 개인이나 소셜 네트워크 양쪽에서 선택적으로 기술을 적용하도록 하는 다양한 서비스 및 제품 제작이 가능하다. 미래에 BIONETS 서비스가 적용된 플랫폼은 각 서비스 요소 기술을 기반으로 기존 기술의 서비스 및 제품의 대체, 보완이 가능할 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 IITP 자율제어/자율관리 핵심기술개발(B0101-16-1366), Grand ICT연구센터지원사업(IITP-2016-R6812-16-0001)의 연구결과로 수행되었음

참고 문헌

- [1] T. Aoyama, "A new generation network: beyond the Internet and NGN," IEEE Communications Magazine, Vol. 47, No. 5, pp. 82-87, May 2009.
- [2] New Generation Network Architecture, AKARI Conceptual Design (Ver.2.0), NICT, May 2010 (available at <http://akari-project.nict.go.jp>)
- [3] F. D. Pellegrini et al., "Disappearing Network

- Autonomic Operation and Evolution", Deliverables D.1.2.2, 2007
- [4] H. Pfeffer et al., "Bio-inspired Service Creation and Evolution", Deliverables D3.2.6, 2010
- [5] F. D. Pellegrini et al., "Application Scenario Analysis, Network Architecture Requirements and High-Level Specifications", Deliverables D1.1.1, 2006
- [6] H. Harai et al., "Design guidelines for new generation network architecture," IEICE Transactions on Communications, Vol. E93-B, No. 3, pp. 462-465, March 2010.
- [7] J. Latvakoski et al., "Service architecture: requirement specification and concept definition", Deliverables D3.1.1, 2007
- [8] V. P. Kafle et al., "ID/locator split architecture for future networks," IEEE Communications Magazine, Vol. 48, No. 2, pp. 138-144, February 2010.
- [9] J. Huusko et al., "SerWorks Architecture 2.0", Deliverables 3.1.4, 2010

약 력



Thang Le Duc

2001년 베트남 호치민대학교 정보통신 학사
 2006년 베트남 호치민대학교 컴퓨터과학 석사
 2013년~현재 성균관대학교 박사과정 재학 중
 연구분야: 무선 애드혹 센서 네트워크, 분산 컴퓨팅, IoT



Dung Tien Nguyen

2010년 베트남 하노이대학교 전자통신 석사
 2013년 베트남 하노이대학교 통신공학 석사
 2014년~현재 성균관대학교 박사과정 재학 중
 연구분야: 무선 애드혹 센서 네트워크, 지능형 전송 시스템, 분산 컴퓨팅, IoT



Duc Tai Le

2006년 베트남 호치민대학교 정보통신 학사
 2010년 베트남 호치민대학교 컴퓨터과학 석사
 2011년~현재 성균관대학교 박사과정 재학 중
 연구분야: 무선 애드혹 센서 네트워크, 분산 컴퓨팅, IoT



추 현 승

1984년 성균관대학교 이학사
 1990년 美 텍사스주립대학교 공학석사
 1996년 美 텍사스주립대학교 공학박사
 1998년~현재 성균관대학교 SW대학 교수
 2010년~현재 컨버전스연구소 연구소장
 2015년~현재 G-ITRC 센터장
 관심분야: Network Softwarization (SDN/NFV),
 Mobile Ad-hoc and Sensor Networks,
 Mobile Human Computer Interaction