



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월28일
 (11) 등록번호 10-1680137
 (24) 등록일자 2016년11월22일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
HO4W 8/08 (2009.01) *HO4W 24/02* (2009.01)
HO4W 80/04 (2009.01)
- (52) CPC특허분류
HO4W 8/08 (2013.01)
HO4W 24/02 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-0103255
- (22) 출원일자 2015년07월21일
 심사청구일자 2015년07월21일
- (56) 선행기술조사문헌
 논문 : TNC2014(2014.05.22)*
 JP2012054930 A
 KR1020120090068 A
 JP2010226470 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
배재대학교 산학협력단
 대전광역시 서구 배재로 155-40 (도마동)
- (72) 발명자
이경희
 대전광역시 유성구 엑스포로 448, 503동 703호 (전민동, 엑스포아파트)
- (74) 대리인
박장원

전체 청구항 수 : 총 9 항

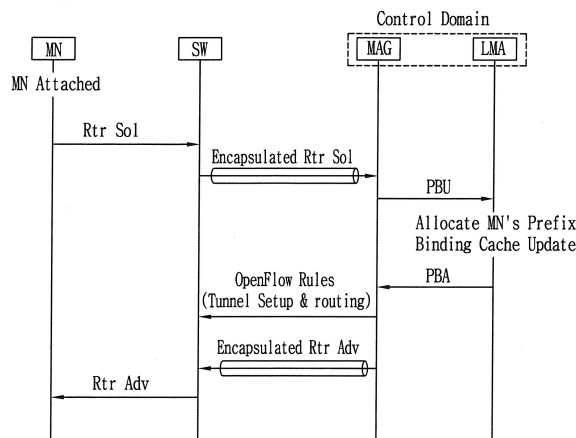
심사관 : 성인구

(54) 발명의 명칭 SDN 기반의 단말 이동성 제어 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 SDN을 기반으로 IP 이동성 관리 기술을 최적화하는 구조를 제공할 수 있는 SDN 기반의 단말 이동성 제어 시스템 그 방법에 관한 것으로서, 본 발명의 실시 예에 따른 SDN 기반의 단말 이동성 제어 시스템은, SDN(Software Defined Network)을 기반으로 인터넷프로토콜(IP) 이동성 관리를 최적화하는 SDN 기반의 단말 이동성 제어 시스템에 있어서, 이동 단말과; 상기 이동 단말의 핸드오버 발생 시 상기 이동 단말에 대한 패킷을 처리하는 다수의 MAG(Mobility Access Gateway)와; 상기 이동 단말이 상기 다수의 MAG 간을 이동할 때 상기 이동 단말의 위치 정보 변화를 지속적으로 관리하는 LMA(Localized Mobility Agent)를 포함할 수 있다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류
H04W 80/04 (2013.01)

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

SDN(Software Defined Network)을 기반으로 인터넷프로토콜(IP) 이동성 관리를 최적화하는 SDN 기반의 단말 이동성 제어 시스템에 있어서,

이동 단말과;

상기 이동 단말의 핸드오버 발생 시 상기 이동 단말에 대한 패킷을 처리하는 다수의 MAG(Mobility Access Gateway)와;

상기 이동 단말이 상기 다수의 MAG 간을 이동할 때 상기 이동 단말의 위치 정보 변화를 지속적으로 관리하는 LMA(Localized Mobility Agent)와;

상기 LMA와 각 MAG 사이에 형성된 IP 터널과;

IP 계층의 이동성 지원 프로토콜에 의해 정의된 LMM(Localized Mobility Management) 도메인을 포함하며, 상기 이동 단말과 상기 LMM 도메인이 주고받는 상기 패킷은 상기 IP 터널을 통해 전달되는 것을 특징으로 하는 SDN 기반의 단말 이동성 제어 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 LMA는,

상기 다수의 MAG 중에서 상기 이동 단말과 현재 연결된 제1 MAG를 지속적으로 관리하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반의 단말 이동성 제어 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 다수의 MAG 및 LMA는 SDN 컨트롤러에 의해 제어되는 것을 특징으로 하는 SDN 기반의 단말 이동성 제어 시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 이동 단말과 현재 연결된 제1 MAG는 자신의 IP 주소를 상기 이동 단말의 CoA(Care-of-Address)로서 상기 LMA에 등록하며, 상기 LMA는 상기 등록된 IP 주소를 근거로 상기 이동 단말이 상기 제1 MAG로 이동했음을 인지하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반의 단말 이동성 제어 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 LMA는 상기 이동 단말의 상기 패킷을 처리하기 위한 미리설정된 오픈플로우(OpenFlow) 규칙을 상기 다수의 MAG 각각에 제공하고,

상기 각 MAG는 상기 오픈플로우 규칙을 상기 각 MAG에 매핑된 오픈플로우 스위치에 설정하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반의 단말 이동성 제어 시스템.

청구항 7

SDN(Software Defined Network)을 기반으로 인터넷프로토콜(IP) 이동성 관리를 최적화하는 SDN 기반의 단말 이동성 제어 방법에 있어서,

이동 단말의 핸드오버 발생 시 상기 이동 단말에 대한 패킷을 다수의 MAG(Mobility Access Gateway)를 통해 처리하는 단계와;

상기 이동 단말이 상기 다수의 MAG 간을 이동할 때 상기 이동 단말의 위치 정보 변화를 LMA(Localized Mobility Agent)를 통해 지속적으로 관리하는 단계를 포함하며, IP 계층의 이동성 지원 프로토콜에 의해 정의된 LMM(Localized Mobility Management) 도메인과 상기 이동 단말이 주고받는 상기 패킷은 상기 LMA와 각 MAG 사이에 형성된 IP 터널을 통해 전달되는 것을 특징으로 하는 SDN 기반의 단말 이동성 제어 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 LMA는,

상기 다수의 MAG 중에서 상기 이동 단말과 현재 연결된 제1 MAG를 지속적으로 관리하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반의 단말 이동성 제어 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 이동 단말과 현재 연결된 제1 MAG는 자신의 IP 주소를 상기 이동 단말의 CoA(Care-of-Address)로서 상기 LMA에 등록하며, 상기 LMA는 상기 등록된 IP 주소를 근거로 상기 이동 단말이 상기 제1 MAG로 이동했음을 인지하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반의 단말 이동성 제어 방법.

청구항 11

제7항에 있어서, 상기 LMA는 상기 이동 단말의 상기 패킷을 처리하기 위한 미리설정된 오픈플로우(OpenFlow) 규칙을 상기 다수의 MAG 각각에 제공하고,

상기 각 MAG는 상기 오픈플로우 규칙을 상기 각 MAG에 매핑된 오픈플로우 스위치에 설정하는 것을 특징으로 하는 SDN 기반의 단말 이동성 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 SDN(Software Defined Network) 기반의 단말 이동성 제어 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 오늘날 3G/4G 셀룰러, Wi-Fi 등 다양한 무선통신 기술을 통해 인터넷 콘텐츠와 애플리케이션을 이용하는 모바일 서비스가 보편화되어 있지만, 언제 어디서나 이중 망간을 자유롭게 이동하면서 끊임없는 서비스 연속성을 제공하는 궁극적인 기술 목표와는 거리가 있는 것이 사실이다. 이에 대한 해답으로 IP 계층의 이동성 관리 기술에 대한 연구 개발이 꾸준히 진행되어 왔지만, 기존에 발표된 기술들의 활용도는 현재 높지 않은 편이다. 그러한 이유 중 중요한 하나로 기존의 IP 이동성 기술들을 적용하기 위해서는 네트워크 전반에 걸쳐 대규모의 장비 교체 또는 기능적 업데이트가 요구된다는 점을 들 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 목적은, SDN을 기반으로 IP 이동성 관리 기술을 최적화하는 구조를 제공할 수 있는 SDN(Software Defined Network) 기반의 단말 이동성 제어 시스템 및 그 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명의 실시 예에 따른 SDN 기반의 단말 이동성 제어 시스템은, SDN(Software Defined Network)을 기반으로 인터넷프로토콜(IP) 이동성 관리를 최적화하는 IP 기반 라우팅 시스템에 있어서, 이동 단말과; 상기 이동 단말의 핸드오버 발생 시 상기 이동 단말에 대한 패킷을 처리하는 다수의 MAG(Mobility Access Gateway)와; 상기 이동 단말이 상기 다수의 MAG 간을 이동할 때 상기 이동 단말의 위치 정보 변화를 지속적으로 관리하는 LMA(Localized Mobility Agent)를 포함할 수 있다.

- [0005] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 LMA는 상기 다수의 MAG 중에서 상기 이동 단말과 현재 연결된 제1 MAG를 지속적으로 관리할 수 있다.
- [0006] 본 발명의 실시 예에 있어서, 다수의 MAG 및 LMA는 SDN 컨트롤러에 의해 제어될 수 있다.
- [0007] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 LMA와 각 MAG 사이에 형성된 IP 터널과; IP 계층의 이동성 지원 프로토콜에 의해 정의된 LMM(Localized Mobility Management) 도메인을 더 포함하며, 상기 이동 단말과 상기 LMM 도메인이 주고받는 상기 패킷은 상기 IP 터널을 통해 전달될 수 있다.
- [0008] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 이동 단말과 현재 연결된 제1 MAG는 자신의 IP 주소를 상기 이동 단말의 CoA(Care-of-Address)로서 상기 LMA에 등록하며, 상기 LMA는 상기 등록된 IP 주소를 근거로 상기 이동 단말이 상기 제1 MAG로 이동했음을 인지할 수 있다.
- [0009] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 LMA는 상기 이동 단말의 상기 패킷을 처리하기 위한 미리설정된 오픈플로우(OpenFlow) 규칙을 상기 다수의 MAG 각각에 제공하고, 상기 각 MAG는 상기 오픈플로우 규칙을 상기 각 MAG에 매핑된 오픈플로우 스위치에 설정할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 실시 예에 따른 SDN 기반의 단말 이동성 제어 방법은, SDN(Software Defined Network)을 기반으로 인터넷프로토콜(IP) 이동성 관리를 최적화하는 IP 기반 라우팅 방법에 있어서, 이동 단말의 핸드오버 발생 시 상기 이동 단말에 대한 패킷을 다수의 MAG(Mobility Access Gateway)를 통해 처리하는 단계와; 상기 이동 단말이 상기 다수의 MAG 간을 이동할 때 상기 이동 단말의 위치 정보 변화를 LMA(Localized Mobility Agent)를 통해 지속적으로 관리하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명의 실시예에 따른 SDN 기반의 단말 이동성 제어 시스템 및 그 방법은, SDN을 기반으로 IP 이동성 관리 기술을 최적화하는 구조를 제공할 수 있다. 예를 들면, 본 발명의 실시예에 따른 IP 기반 라우팅 시스템 및 그 방법은 IP 이동성 기술 중 하나인 PMIPv6를 SDN(Software Defined Network) 구조상에 효과적으로 적용시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 SDN의 논리적인 구조를 나타낸 예시도 이다.
- 도 2는 오픈플로우(OpenFlow) 프로토콜 구조를 나타낸 예시도 이다.
- 도 3은 라우트플로우(RouteFlow) 구조를 나타낸 예시도이다.
- 도 4는 PMIPv6 프로토콜 개요를 나타낸 도이다.
- 도 5는 SDN 기반의 PMIPv6 적용 구조를 나타낸 도이다.
- 도 6은 SDN 적용을 고려해 수정된 PMIPv6 메시지 플로우를 나타낸 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 동일하거나 유사한 구성요소에 는 동일한 도면 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성 요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0015] 본 발명을 통해 알려진 IP 이동성 기술 중 하나인 PMIPv6를 SDN(Software Defined Network) 구조상에 효과적으로 적용하기 위한 프레임워크를 도출한다. SDN(Software Defined Network) 구조는 네트워크의 제어 계층과 데이터 전송 계층을 명시적으로 분리함으로써 소프트웨어적이고 중앙 집중화된 방식으로 네트워크를 제어할 수 있는 장점을 제공한다. 이러한 특징은 기존의 IP 이동성 기술들이 갖는 공통적인 한계를 극복할 수 있는 기반 환경을

제공한다. 본 발명의 실시예에 따른 프레임워크 검증을 위해 SDN 제어 계층에서 수행된 PMIPv6 동작에 따라 변경되는 이동 단말의 위치 및 패킷 경로 정보가 어떻게 각 오픈플로우(OpenFlow) 스위치의 플로우 테이블에 반영되는지를 보였으며, 그에 따라 수정된 핸드오버 제어 절차를 시나리오 기반으로 기술한다. 또한 L3 레벨(IP계층 레벨) 핸드오버 트리거링 방식, IP 터널링 기법의 유용성 문제, LMM(Localized Mobility Management) 도메인 내에서의 패킷 전달 경로 최적화, 과도한 이동성 제어 정보의 분산 처리 등 고려해야 할 사항 및 오픈 이슈들에 대한 가능한 솔루션들을 설명한다.

[0016] 본 발명은 향후 미래 네트워크 구축에 핵심 구조로 활용될 것으로 전망되는 SDN을 기반으로 IP 이동성 관리 기술을 최적화하는 구조를 제공한다. 이를 기반으로 실제 네트워크에 IP 이동성 서비스를 실현하기 위한 실질적인 프로토콜과 구현 기술 등으로 확장할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 본 발명의 결과는 현재의 IP 도메인 기반 라우팅 방식이 갖는 한계를 극복하는 연구와 직결되며, 미래 네트워크에 적합한 새로운 라우팅 구조를 개발하기 위한 기초 연구자료로 활용될 수 있다.

[0017] 현재 스마트폰, 태블릿 PC, 노트북 등을 이용해 이동 중에도 다양한 인터넷 콘텐츠와 애플리케이션을 이용할 수 있는 모바일 서비스는 우리에게 많은 편리함을 제공하고 있지만, 기술적인 측면에서 추구하는 최상의 서비스와는 거리가 있을 수 있다. 예를 들면, 스마트폰으로 무선랜을 통해 실시간으로 스트리밍되는 영상 콘텐츠를 이용하던 중 건물 밖으로 이동하게 되면 서비스의 끊김이 발생하고, 이동통신망에 재접속하여 서비스를 다시 시작해야 하는 불편함은 누구나도 경험해 본 적이 있을 수 있다. 3G/4G 셀룰러, Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth 등 다양한 무선통신 기술이 혼재하는 환경에서 언제, 어디서나 끊김없는 서비스, 즉 서비스 연속성(Service Continuity)를 제공하는 기술의 보편화는 아직 요원한 실정이다. 많은 전문가들이 이에 대한 해답으로 IP 계층의 이동성 관리(Mobility Management) 기술을 언급하고 있으며, 이는 현재의 TCP/IP 인터넷 구조에서 다양한 유무선 액세스 기술의 구조 및 특징에 구애받지 않는 공통 계층으로서 가장 하부에 위치하는 것이 IP 계층이라는 점에 기인한다.

[0018] 1990년대 중반부터 많은 관심과 기대 속에 다양한 IP 기반의 이동성 기술 및 표준화가 진행되었다. 그 결과로 IETF의 MIP(Mobile IP), PMIP(Proxy MIP) 등의 잘 알려진 프로토콜이 발표되었고, ITU-T에서도 Q.1707, Y.2018, Y.2812 등을 포함하는 일련의 권고안을 통해 NGN 환경에서의 이동성 관리 프레임워크, 기능구조, 특정 무선망 간의 연동 시나리오 등에 참조할 수 있는 기술 표준을 개발하여 제공하고 있다. 하지만 이들 기존 기술에 대한 실제 활용도는 높지 않으며, 그 이유는 기술 자체의 완성도보다는 현실적인 측면에서 찾을 수 있다.

[0019] 현재 인터넷을 이루는 라우팅(Routing) 구조는 일련의 IP 주소 묶음으로 구성되는 도메인(또는 서브넷) 기반으로 동작하며, 코어 네트워크에서는 패킷의 목적지 주소 중 IP 도메인(Domain)을 나타내는 부분(Prefix)을 참조하여 전달 경로를 선택하는 것이 일반적이다. 이 경우 모바일 단말이 동일한 IP 주소를 가진 채로 도메인 간을 이동하는 것을 지원하기 위해서는, 단말의 위치 변경 정보가 네트워크에서 별도의 기능으로 실시간 관리되어야 하며 단말에 대한 패킷 전달 경로도 신속하게 변경될 수 있어야 한다. 이는 통신사업자들이 구축한 네트워크 전반에 걸쳐 대규모의 장비 교체 또는 기능적 업그레이드를 요구하며 그에 따른 막대한 투자비용을 수반한다. 이러한 부담은 국내 스마트폰 가입자수가 4천만에 육박하는 현실을 고려했을 정보처리 양과 기능 복잡도 측면에서 더욱 커진다. 이종 망간의 이동성 서비스와 같은 기반 기능 제공하는 것에 대해 가입들이 추가 통신비용을 지불하는데 호의적일 수 없다는 점은 기술 전개의 큰 걸림돌이 되고 있다.

[0020] IP 계층의 이동성 기술에 대한 관심이 재차 높아지고 있는 것은 SDN(Software Defined Network)의 등장과 무관하지 않다.

[0021] SDN 기반의 네트워크는 SDN 구조를 이용해 오픈플로우(OpenFlow) 스위치로 대변되는 단순한 데이터 전송 장비들로 하부 전송망을 구성하고, 이동성, 콘텐츠 라우팅, 에너지 효율 등 목적에 따라 논리적으로 가상화(Virtualized)되는 네트워크의 모든 제어 기능을 하부망과 분리된 제어 계층에 구현하는 형태로 발전해 나갈 수 있다.

[0022] 이를 IP 이동성 관리 기술의 측면에서 보면 단말의 위치정보 관리, 핸드오버로 인한 정보 및 데이터 경로 업데이트, 사용자/단말에 대한 인증, 이동 중의 지속적인 서비스 품질(QoS: Quality of Service) 보장 등에 관련된 모든 처리를 집중화(Centralized)된 제어 서버들 내에서 수행할 수 있는 장점을 갖는다. 이는 네트워크 전반에 산재되는 이동성 정보 관리의 중복성(Redundancy)을 없애고, 네트워크 개체들 간에 주고받는 제어 메시지 트래픽과 지연시간(Latency)을 최소화하는 효과를 제공할 수 있다. 뿐만 아니라, SDN 제어 계층의 유연한 특성(Programmability)은 이동성 관리를 위한 대부분의 기능을 장비 교체 없이 소프트웨어 적으로 설치할 수 있게 되므로 통신사업자의 투자비용 부담을 획기적으로 줄일 수 있다는 점에서 더욱 그 기대치를 높이고 있다.

- [0023] SDN 기반의 IP 이동성 관리 기술 개발은 우선 기존에 연구되어 표준화 과정을 거친 IP 이동성 프레임워크와 프로토콜 등을 SDN 제어 계층에 적용시키기 위해 개선하는 작업 위주로 전개될 수 있다. 예를 들면, IETF(Internet Engineering Task Force)의 PMIPv6 도메인, 이를 이동통신망 및 무선랜 연동을 위해 적용한 3GPP 구조, ITU-T SG13의 NGN(Next Generation Network) 이동성 관리 프레임워크 등이 그 주요 대상이 될 수 있다. 그러나 이러한 기존 기술들은 다양한 제어 기능들이 수많은 네트워크 노드들에 분산되어 있는 현재의 인터넷 환경을 고려해서 최적화된 것들이므로, SDN이라는 새로운 개념의 계층화, 가상화된 네트워크 구조에 적용했을 때 비효율성을 갖는 특징과 요소들이 적지 않다. 이는 SDN 구조에 적합한 새로운 이동성 관리 구조 및 프로토콜 개발의 필요성이 대두될 수도 있음을 의미한다. 이는 현재 IP 도메인 기반으로 동작하는 인터넷 라우팅 구조가 근본적으로 갖고 있는 문제점들을 해결할 수 있는 새로운 라우팅 구조 도출 방법과 직결된다.
- [0024] 본 발명을 통해 새롭게 각광을 받고 있는 SDN 구조를 기반으로 가장 널리 알려진 IP 이동성 기술인 PMIPv6를 효과적으로 적용하기 위한 프레임워크를 도출하고, 제안된 프레임워크의 효율성을 높이기 위한 다양한 고려사항들에 대해 설명한다. 이를 위해 먼저 SDN 구조, 오픈플로우(OpenFlow), 라우트플로우(RouteFlow) 등 관련이 있는 기존 기술들을 조사, 분석하고, 효과적으로 본 발명에 적용하기 위한 방법을 설명한다. PMIPv6의 제어 메시지 교환 및 처리 절차를 SDN 구조에 적합하도록 개선하여, 프로토콜 동작 결과가 오픈플로우(OpenFlow) 스위치에 적절하게 반영됨으로써 단말 이동성 관리를 정상적으로 수행하는 시나리오를 통해 제안된 프레임워크의 타당성(Feasibility)을 보인다. 그리고 핸드오버(Handover) 절차를 개선하는 트리거링(Triggering) 방식, 핸드오버 제어 절차의 고속화, IP 터널링(Tunneling) 구조의 비효율성 등 추가적으로 개선될 요지가 있는 다양한 이슈들에 대해 설명한다. 이를 통해 현재의 IP 도메인 기반 라우팅 방식이 갖는 한계를 극복하는, 미래 네트워크에 적합한 새로운 라우팅 구조를 개발하기 위한 기초 연구를 수행하고자 한다.
- [0025] 도 1은 SDN의 논리적인 구조를 나타낸 예시도 이다.
- [0026] 도 1에 도시한 바와 같이, SDN 기술 개발 및 표준화를 주도하고 있는 ONF(Open Networking Foundation)에 따르면, SDN의 정의는 “네트워크 제어 기능을 직접 프로그래밍할 수 있고(Programmable), 애플리케이션 및 서비스에 대해 추상화(Abstracted)된 하부 네트워크를 제공하기 위해 제어 계층과 데이터 전송 계층을 분리한 네트워크 구조”로 표현되고 있다.
- [0027] 도 1에서 알 수 있듯이, 모든 네트워크 서비스(프로토콜 및 제어 기능)들은 SDN 제어 소프트웨어(SDN Control Software)에 집중된다. SDN 컨트롤러(Controller)는 논리적으로 하나의 커다란 스위치로 가상화된 하부 네트워크의 모든 전송 장비들을 제어하는 역할을 담당한다. 네트워크 사업자들은 하부 네트워크에 대한 표준 인터페이스, 즉 오픈플로우(OpenFlow) 프로토콜을 통해서 제조업체에 따라 상이할 수 있는 장비 규격 및 특성에 구애받지 않고 동일한 방식으로 모든 장비를 제어할 수 있다. 이는 네트워크의 설계 및 운영 작업을 더욱 단순하고 효율적이게 하는 효과를 제공한다. 애플리케이션 계층(Application Layer)과 제어 계층(Control Layer) 간의 API(Application Program Interface)는 가상화된 네트워크 제어 환경을 제공하여 라우팅, 접근 제어(Access Control), 트래픽 제어, 전력 소모 관리 등 다양한 기술 및 정책(Policy) 적용을 용이하게 해 준다.
- [0028] 도 2는 오픈플로우(OpenFlow) 프로토콜 구조를 나타낸 예시도 이다.
- [0029] 도 2에 도시한 바와 같이, SDN 컨트롤러의 일부분에 해당되는 오픈플로우 컨트롤러는 보안 메커니즘이 적용된 채널(Channel)을 통해 오픈플로우 스위치에 명령(Instruction)을 전달하기 위해 오픈플로우 프로토콜을 사용한다. 오픈플로우 스위치는 3 계층(L3), 즉 IP 계층의 라우팅 기능을 갖지 않는 단순한 2계층(L2) 스위치이며, 오픈플로우 프로토콜을 통해 데이터 전송 규칙에 관련된 명령을 전달받아 플로우 테이블(Flow Table)에 적용하는 오픈플로우 클라이언트(Client)가 탑재된다. 즉, 오픈플로우 컨트롤러와 클라이언트 간에 오픈플로우 프로토콜을 통해 네트워크 제어 요청과 결과 메시지가 교환된다.
- [0030] 상기 오픈플로우 스위치는 네트워크로부터 수신되는 패킷을 목적지까지 정확한 경로 상으로 전송하기 위해서 다수의 플로우 테이블을 관리한다.
- [0031] 도 2에 개시된 바와 같이, 상기 플로우 테이블 내에 저장되는 각 엔트리(Entry)는 수신되는 패킷과 비교하여 구분하기 위한 규칙(Rule, 또는 매치 필드라고도 함), 그 규칙에 따라 분류된 패킷들을 처리하는 액션 집합(Actions), 그리고 패킷을 처리한 내용에 대한 통계 정보(Statistics)로 구성된다. 매치 필드(Match Field)에는 각 패킷 헤더(Header)에 포함되는 정보, 패킷이 스위치로 진입한 포트(Port) 번호, 메타 데이터 등이 포함될 수 있다. 즉, 매치 필드를 이용해 플로우 별로 다른 엔트리 구성과 처리가 가능하다. 액션 집합은 매치 필드에 기재된 조건에 부합하는 패킷이 수신되었을 경우 어떠한 처리를 수행할 것인가를 규정하는 내용으로 구성된다.

마지막으로 통계 정보는 카운터 등을 이용해서 특정한 플로우에 속하는 통계치(예를 들어, 특정 플로우에 속하는 패킷이 수신된 횟수 등)를 측정하여 기록해 두는 용도로 사용된다.

- [0032] 이하에서는, 라우트플로우(RouteFlow) 구조를 도 3을 참조하여 설명한다.
- [0033] 도 3은 라우트플로우(RouteFlow) 구조를 나타낸 예시도이다.
- [0034] 라우트플로우는 SDN 구조를 실제 네트워크에 전개하기 위한 적용 프레임워크 중 하나로 오픈 소스 프로젝트를 통해 개발이 진행되고 있다. 이 기술은 중앙 집중화된 라우트플로우 서버상에서 현재 인터넷에 적용되고 있는 다양한 IP 라우팅 프로토콜(BGP, OSPF 등)을 구동하고, 그 결과가 실시간으로 반영되는 FIB(Forwarding Information Base)를 생성한다. 서버는 이러한 FIB로부터 패킷 라우팅을 위한 IP 및 ARP(Address Resolution Protocol) 테이블 내용을 수집하여 오픈플로우 규칙으로 변환한다. 서버로부터 실시간으로 전달되는 오픈플로우 규칙들은 오픈플로우 프로토콜을 통해 각각의 스위치에 전달되어 플로우 테이블에 최종 반영된다.
- [0035] 상기 라우트플로우 서버상에서 SDN 제어 계층이 동작하며, 이 제어 계층은 다수의 가상 머신(VM: Virtual Machine)들 간의 상호 연동을 통해 이루어진다. 라우트플로우 서버 내의 각 가상 머신은 물리적인 하부 네트워크(즉, 데이터 전송 계층)를 구성하는 오픈플로우 스위치들 중 하나에 매핑되어, 원래 라우터에서 수행되어야 할 프로토콜 동작 및 관련 처리를 대행한다. 따라서 모든 가상 머신들은 실제 네트워크와 유사한 가상의 토폴로지(Topology)로 연결되며, 오픈 소스 프로토콜 스택인 "Quagga"를 이용해 OSPF(Open Shortest Path First), BGP(Border Gateway Protocol) 등 라우팅 프로토콜을 운영한다.
- [0036] 라우트플로우(RouteFlow) 서버는 모든 가상 머신들이 유지 관리하고 있는 라우팅 테이블의 상태를 지속적으로 모니터링한다. 어떤 가상 머신의 라우팅 테이블에 변화가 발생하는 경우, 라우트플로우 서버는 그 변화를 반영할 수 있는 플로우 엔트리와 액션 집합을 구성하여 그 가상 머신과 매핑된 스위치로 즉시 전달한다. 결과적으로 이 정보는 해당 스위치의 플로우 테이블에 반영된다. 따라서 하부 네트워크는 IP 라우팅 프로토콜 등의 제어 기능을 전혀 갖지 않고도 수신되는 패킷을 적절히 처리할 수 있는 규칙을 적시에 얻을 수 있게 된다.
- [0037] 라우트플로우 구조는 아직까지 개발이 진행 중에 있지만, SDN 제어 계층에 IP 라우팅 프로토콜을 효과적으로 적용할 수 있는 현실적인 구조를 제안하고 있다는 점에서 의미가 있다. IP 계층의 이동성 관리 프로토콜을 SDN 환경에 적용하기 위한 프레임워크를 설계함에 있어서도 라우트플로우(RouteFlow) 구조를 활용하는 것은 하나의 좋은 접근법이 될 수 있다. 이하에서는, IP 계층의 이동성 지원 프로토콜로 잘 알려진 PMIPv6를 라우트플로우 구조에 적용하는 프레임워크와 SDN 환경을 고려하여 수정된 PMIPv6 제어 절차를 설명한다.
- [0038] 도 4는 PMIPv6 프로토콜 개요를 나타낸 도이다.
- [0039] 이동성 지원을 위한 제어 기능을 단말에 장착하지 않고 네트워크에 두는 개념의 네트워크 기반 제어 기술은 근래까지 큰 관심과 호응을 받으며 발전되어 왔다. PMIPv6는 많은 연구자들에 의해 개발되어 IETF를 통해 표준화된 네트워크 기반의 이동성 제어 프로토콜이다. PMIPv6는 단말의 이동성을 지원하는 범위 영역으로 LMM(Localized Mobility Management) 도메인을 정의하고, 이 LMM 도메인 내에서 이동하는 단말에 대한 핸드오버를 네트워크 기반으로 제어하는 구조와 프로토콜을 제공한다.
- [0040] 도 4에 도시한 바와 같이, PMIPv6 네트워크의 LMM 도메인은 게이트웨이(Gateway) 및 이동성 제어 서버 역할을 담당하는 LMA(Localized Mobility Agent)와 이동 단말(MN: Mobile Node) 대신 제어 시그널링 절차를 대행하는 다수의 MAG(Mobility Access Gateway)로 구성된다. MAG는 단말의 L3 핸드오버 발생 시 이를 처리하는 절차를 개시하고 뒤따르는 제어 절차를 대신 수행하는 프락시(Proxy) 서버 역할을 수행한다. LMA는 LMM 도메인 내에 머물고 있는 이동 단말(MN: Mobile Node)이 MAG 간을 이동할 때 그 위치 정보의 변화, 즉 이동 단말(MN: Mobile Node)이 어떤 MAG에 연결되어 있는지를 지속적으로 관리한다.
- [0041] LMA와 각 MAG 사이에는 IP-in-IP 터널(또는 IP 터널)이 설립되어 이동 단말이 LMM 도메인 외부와 주고받는 패킷을 전달하는데 활용된다. 이동 단말이 이동하여 어떤 MAG가 관리하는 범위로 진입하면, 해당 MAG는 자신의 IP 주소를 그 이동 단말의 CoA(Care-of-Address)로 LMA에 등록한다. 이 과정을 통해 LMA는 이동 단말이 MAG 간을 이동했음을 인지하게 되고, 이동 단말의 새로운 위치가 어떤 MAG의 영역에 속하는지를 알게 된다. 이동 단말의 HoA(Home Address)는 단일 LMM 도메인 내에서는 변경되지 않으며, LMA는 이동 단말의 HoA와 CoA를 매핑한 바인딩 정보를 항상 유지함으로써 이동 단말을 목적지로 외부로부터 들어오는 패킷을 적절한 IP 터널을 통해 전달할 수 있다.
- [0042] 도 5는 SDN 기반의 PMIPv6 적용 구조를 나타낸 도로서, SDN 환경에서 라우트플로우 방식을 기반으로 PMIPv6를

적용하는 구조를 보여준다. 도 5에 나타낸 네트워크의 범위는 하나의 LMM 도메인을 표현하고 있다.

[0043] 라우트플로우(RouteFlow) 서버에서 동작하는 가상 머신들은 PMIPv6 프로토콜을 운영하고 있으며, 각각 LMA(VM #1) 및 두 개의 MAG(VM #2, VM #3) 역할을 수행한다. 데이터 전송 계층을 담당하는 하부 네트워크는 세대의 스위치(SW #1, SW #2, SW #3)로 구성될 수 있다. SW #1은 LMM 도메인의 게이트웨이로 동작하며, VM #1에 매핑되어 제어를 받음으로써 기존 PMIPv6 망에서 LMA가 담당하던 IP 터널링 및 패킷 전송 기능을 수행하게 된다. SW #2와 SW #3는 기존 네트워크에서 액세스 라우터의 역할로, 각각 VM #2와 VM #3에 매핑되어 MAG가 수행하는 기능 중 데이터 전송에 관련된 것들을 담당한다. 제안된 구조상에서 모든 스위치는 오픈플로우 스위치인 것으로 가정한다. 이러한 스위치 내부에서 관리되는 플로우 테이블은 SDN 컨트롤러, 즉 라우트플로우 서버에 의해서 관리되며, 각 가상 머신들의 라우팅 테이블에 발생하는 변경사항을 신속히 반영한다. 이동 단말(MN)을 위한 패킷 전송을 목적으로 하는 양방향(Bi-directional)의 IP 터널들은 이들 스위치 간에 설립되며, IP 터널을 설립하고 유지하는 기능 또한 플로우 테이블 내의 엔트리 정보를 통해 설정할 수 있다.

[0044] 제안된 구조의 제어 계층에서 운영되는 PMIPv6 프로토콜의 동작 절차는 기존 네트워크에서 수행되는 PMIPv6 절차와 크게 다르지 않다. 상기 이동 단말(MN)이 SW #2의 영역에서 SW #3의 영역으로 이동하는 경우를 가정해 보면, 우선 SW #3에 매핑된 MAG2(VM #3)가 L3 핸드오버 절차를 개시하게 된다. L3 핸드오버 절차는 MAG2가 이동 단말(MN)의 위치 변경 사실을 알리기 위해 PBU(Proxy Binding Update) 메시지를 LMA(VM #1)에게 전송하는 것으로 시작된다. 이 PBU 메시지를 수신한 LMA는 MAG2의 IP 주소를 MN의 새로운 CoA로 인식하고 이 내용을 자신의 바인딩 캐시(Binding Cache)에 기록하여 단말 위치 정보를 업데이트한다. 바인딩 캐시 업데이트 완료 후 LMA는 종전에 받은 PBU 메시지에 대한 응답으로 PBA(Proxy Binding Acknowledgement) 메시지를 MAG2에게 전달한다.

[0045] 여기까지는 기존의 PMIPv6 핸드오버 처리 절차와 다름이 없지만, SDN 환경에서는 앞서 기술한 이동 단말(MN)의 위치 정보 변경에 따른 패킷 전송 경로 변경을 추가로 처리해 주어야 한다. 즉, 먼저 라우트플로우 서버가 LMA의 바인딩 캐시에 발생한 변경사항을 오픈플로우(OpenFlow) 규칙으로 변환하여 구성한다. 이 규칙은 오픈플로우 프로토콜을 이용해 LMA에 매핑된 SW #1에 즉시 전달되며, SW #1은 전달받은 규칙을 이용해 자신의 플로우 테이블을 업데이트한다. 최종적으로 SW #1은 이동 단말(MN)로 전달되어야 할 패킷이 외부로부터 수신되는 경우, 플로우 테이블에 기재된 규칙에 따라 SW #1과 SW #3 간에 설정된 IP 터널을 이용해 패킷을 이동 단말(MN)로 전달할 수 있게 된다.

[0046] 표1은 이동 단말의 핸드오버에 따른 오픈플로우 스위치의 플로우 테이블 변화를 나타낸다.

표 1

< SW #1 >

	Rules	Actions	Statistics
1	IP <u>dst</u> = MN, incoming port = P1	Encapsulate packet (from LMA to MAG2) Forward packet to port P3	
2	Packet encapsulated (from MAG1 to LMA) IP <u>dst</u> = MN	Decapsulate packet Encapsulate packet (from LMA to MAG2) Forward packet to port P3	
3	Packet encapsulated (from MAG2 to LMA) IP <u>src</u> = MN	Decapsulate packet Forward packet to port P1	
		

< SW #3 >

	Rules	Actions	Statistics
1	IP <u>src</u> = MN, incoming port = P2	Encapsulate packet (from MAG2 to LMA) Forward packet to port P1	
2	Packet encapsulated (from LMA to MAG2) IP <u>dst</u> = MN	Decapsulate packet Forward packet to port P2	
		

[0047]

[0048] 표1에 나타낸 바와 같이, 표1은 도 5의 네트워크 환경에서 SW #1의 영역으로부터 SW #3 영역으로 이동한 이동 단말(MN)의 이동성 지원을 위해 각 오픈플로우 스위치의 플로우 테이블이 어떻게 설정되는지를 하나의 예로써 나타내 주고 있다.

[0049] 이동 단말을 최종 목적지로 하는 패킷이 LMM 도메인 외부로부터 전달되는 경우, SW #1은 자신의 플로우 테이블

을 참조하여 그 패킷을 캡슐화(Encapsulation)한 후 포트 3으로 내보냄으로써 IP 터널을 통해 SW #3(즉, MN이 현재 연결된 스위치)로 전달할 수 있다(SW #1의 Rule 1). SW #3도 마찬가지로 자신의 플로우 테이블 내에 기록된 규칙에 따라 캡슐화된 패킷의 원형을 복구하여(Decapsulation) 포트 2로 내보내게 되며(SW #3의 Rule 2), 이는 최종적으로 이동 단말(MN)에 전달된다.

[0050] 반면 이동 단말(MN)로부터 외부로 전송되는 패킷은 우선 SW #3의 포트 2로 진입한다. 이때 SW #3은 이 패킷을 캡슐화하여 포트 1로 내보냄으로써 IP 터널을 통해 SW #1(LMA에 매핑된 스위치)로 전달한다(SW #3의 Rule 1). 이어서 SW #1은 캡슐화된 패킷의 원형을 복구하여 포트 1로 내보내는 과정이 수행되며, 이를 통해 패킷이 LMM 도메인 외부로 전달되게 된다(SW #1의 Rule 3). 이러한 일련의 과정 역시 각 스위치들이 자신의 플로우 테이블 내에 기록된 규칙을 참조하면서 진행된다. 참고로 SW #1의 플로우 테이블에 포함된 두 번째 엔트리는 동일한 LMM 도메인 내에 포함된 MAG1(SW #2)의 영역으로부터 이동 단말(MN)로 전달되는 패킷을 처리하기 위한 규칙이다. 즉, SW #2의 영역에 위치한 다른 단말이 이동 단말(MN)에게 패킷을 전송하는 경우 SW #2, SW #1, SW #3을 경유하여 패킷이 전달되게끔 하는 처리 규칙을 규정하고 있다.

[0051] PMIPv6를 실제 네트워크 환경에 적용할 때 제기되었던 오픈 이슈 중 하나는 이동 중인 이동 단말(MN)이 어떤 MAG의 영역으로 진입했을 때 해당 MAG가 어떠한 방법으로 그 상황을 신속하게 인지할 수 있는가에 관한 문제이다. 네트워크 기반의 이동성 제어 프로토콜인 PMIPv6 프로토콜이 적용되는 경우 L3 핸드오버 절차는 이동 단말(MN)이 이동한 영역을 관리하는 MAG에 의해 개시되므로, 이동 단말(MN)의 진입을 얼마나 신속하게 인지하는가에 따라 핸드오버 제어 성능(특히 지연시간)이 크게 좌우될 수 있다. PMIPv6 표준에서는 이와 같은 이슈를 다루지 않고 있으며, MAG가 LMA로 PBU 메시지를 전송하는 트리거(Trigger)로 무엇을 사용할 지에 대한 제한을 두지 않고 있다. 이러한 이슈는 PMIPv6를 SDN 구조상에 적용하고자 할 때 더욱 심각한 문제로 대두된다. SDN 제어 계층에서 동작하는 MAG와 데이터 전송 계층에 존재하면서 이동 단말(MN)이 직접 연결되는 오픈플로우 스위치가 물리적으로 분리되어 있는 것이 그 이유이다.

[0052] 이 문제에 대한 솔루션 중 하나로 링크 계층(L2)과 IP 계층(L3) 간의 연동(Cross-layer Interaction) 기능을 활용하는 방안을 고려해 볼 수 있다. 이동 단말(MN)이 무선 연결 접속점(PoA: Point of Attachment)을 변경할 때 발생하는 L2 이벤트는 상위 계층에서 L3 이상의 핸드오버 제어 절차를 효율적으로 수행하는데 도움이 되는 유용한 정보가 된다. IEEE 802.21 워킹그룹(Working Group)에서 표준화를 완료한 MIH(Media Independent Handover) 프로토콜은 하부 L2 계층의 링크 상태 및 동작을 상위 계층에서 정확하고 신속하게 파악할 수 있는 기능을 제공한다. 이러한 MIH 프로토콜의 계층 연동 기능은 단일 노드의 프로토콜 스택 내에서만 지원되는 것이 아니라 상이한 노드의 상이한 계층 간의 원격 연동 시나리오 또한 지원된다. 기존에 수행된 몇몇 방법을 통해 MIH와 같은 계층 연동 기능을 이용해 L2 이벤트를 신속하게 감지함으로써 핸드오버 제어 절차를 고속화하는 네트워크 기반 이동성 제어 메커니즘들이 발표되었다.

[0053] 프로토콜 계층 간 연동 기능을 이용하는 방법은 본 발명에서 제안된 PMIPv6 프레임워크에서 L2 핸드오버 감지 시간을 줄이는 목적을 위해서도 효과적으로 적용될 수 있다. 하지만 이 방식의 문제점은 네트워크 상의 모든 PoA와 MAG들이 L2/L3 연동을 위한 추가 기능을 장착해야 한다는 점이다. SDN 제어 계층에서 소프트웨어 가상 머신(VM) 형태로 구현되는 MAG는 새로운 기능을 추가하는 것에 큰 제약이 없지만, 다양한 무선통신 서비스를 위해 기존에 설치된 또는 향후 설치될 모든 PoA에 L2/L3 연동 기능을 추가로 장착하는 것은 간단한 문제가 아니다.

[0054] L2/L3 연동 기능 없이 L3 계층에서만 동작하는 방식으로 PMIPv6 표준에 제시된 ICMP(Internet Control Message Protocol)을 이용하는 방법을 들 수 있다. 이 방법에 의하면, 이동 단말(MN)이 새로운 MAG의 영역으로 이동하여 새로운 PoA에 접속한 후 먼저 ICMP의 RS(Router Solicitation) 메시지를 브로드캐스팅(Broadcasting)한다. 따라서 이 RS 메시지는 같은 영역에 있는 MAG에게도 전달이 되며, 이를 통해 MAG는 이동 단말(MN)의 진입 상황을 인식하고 L3 핸드오버 절차를 개시하는 트리거로 삼을 수 있다. 이동 단말(MN)이 새로운 네트워크에 진입한 후 RS 메시지를 브로드캐스팅하는 것은 IPv6 주소의 프리픽스(Prefix)를 얻기 위한 기본적인 프로토콜의 동작 과정으로 이동성 지원 여부와는 상관없이 수행되는 절차이다. 그러므로 이 방식의 장점은 이동 단말(MN)에 어떠한 추가 기능도 요구하지 않으면서 네트워크 기반으로 이동성 제어를 가능하게 하는 점이라 할 수 있다. 반면 단점으로는 핸드오버 제어 절차를 개시할 때까지 경과되는 지연이 길어질 수 있다는 점이다. 이동 단말(MN)이 RS 메시지를 브로드캐스팅하는 시점은 현재 사용 중인 IPv6 프리픽스의 유효시간이 만료되어 새로운 프리픽스를 할당 받거나 기존의 프리픽스 사용을 연장하고자 할 때이다. 이는 이동 단말(MN)의 핸드오버 이후에 현재 사용 중인 IPv6 프리픽스의 유효시간이 얼마나 남아 있는가에 따라서 MAG가 L3 핸드오버 제어 절차를 개시하는 시점이 영향을 받게 됨을 의미한다.

- [0055] 종래의 PMIPv6 제어 메시지 플로우에 하부 네트워크가 SDN 구조를 기반으로 구성된 상황을 고려했을 때 다소 수정될 필요가 있다. PMIPv6를 적용하는 경우 LMA와 모든 MAG들이 SDN 제어 계층에 구현되어 데이터 전송 네트워크와 물리적으로 떨어져 있기 때문에, 이동 단말(MN)이 브로드캐스팅하는 RS 메시지를 MAG가 직접적으로 수신하는 것은 어려울 수 있다. 따라서 각 MAG에 매핑된 오픈플로우 스위치가 이동 단말(MN)로부터 전송되는 RS 메시지를 캡슐화하여 SDN 제어 계층으로 전달해 주는 방법과 같은 별도의 절차가 요구된다. 이 경우 이동 단말(MN)의 RS 메시지에 대한 응답으로 보내지는 RA(Router Advertisement) 또한 MAG에 의해 캡슐화되어 해당 스위치로 전달되어야 한다.
- [0056] 도 6은 SDN 적용을 고려해 수정된 PMIPv6 메시지 플로우를 나타낸 도로서, 기존의 PMIPv6에서 이동 단말(MN)의 변경된 위치 정보를 LMA에 등록(Registration)하는 절차를 수정한 제어 메시지 플로우를 나타낸다.
- [0057] 제안된 프레임워크에 관한 또 다른 이슈로 IP 터널링 기법의 유용성 문제를 들 수 있다. 기존의 PMIPv6 구조는 동일 LMM 도메인에 속하는 LMA와 모든 MAG 사이에 이동 단말(MN)을 위한 패킷 전송을 목적으로 하는 IP 터널을 설립해 두는 것을 원칙으로 하고 있다. 이는 이동 단말(MN)에 관련된 모든 위치 정보 관리 기능을 LMA에 집중시키고, MAG들로 하여금 이동 단말(MN)을 위한 패킷을 매우 단순하게 처리할 수 있도록 해 주는 효과를 제공한다.
- [0058] 반면, LMM 도메인 내의 이동 단말(MN)들이 송수신하는 모든 패킷들은 반드시 LMA를 거쳐 가게 되므로 특정 노드에서의 병목(Bottleneck) 현상을 야기하는 요인이 될 수 있다. 기존 인터넷에 PMIPv6 프로토콜을 적용하는 경우 IP 터널링 기법의 사용은 보편적인 것으로 받아들여지고 있지만, 향후 전개될 SDN 구조 기반의 네트워크에서도 IP 터널링 기법에 여전히 유용한가에 대해서는 의문이 제기된다.
- [0059] SDN 구조에서 각 오픈플로우 스위치들이 IP 터널링 기능을 갖추게 하는 것은 가능하다. 많은 이동 단말(MN)들이 송수신하는 패킷들이 동일한 IP 터널을 공유하여 전달된다면 각각의 플로우에 대해 개별적인 플로우 엔트리를 유지하는 것보다 효율적일 수 있다. 그러나 이러한 가정은 SDN이 등장하게 된 기본 철학에 위배되는 점이 있다. SDN에서는 하부의 네트워크 기능 구조를 최대한 단순화하기 위해 각 스위치들이 플로우 스위칭(Switching), VLAN 스위칭 등의 필수 데이터 전송 기능만을 가지도록 권고하고 있다. 오픈플로우 스위치는 다수의 플로우들을 하나로 묶어 그룹 ID를 부여하고, 이들에 대해 공통적으로 적용해 주어야 하는 액션들의 버킷(Bucket)을 지정함으로써 자신의 플로우 테이블 내에 그룹 엔트리(Group Entry)를 생성, 유지할 수 있다. 이는 다수의 플로우가 동일한 IP 터널을 공유함으로써 얻게 되는 장점이 오픈플로우 스위치의 플로우 테이블 내에 그룹 엔트리를 구성하는 것으로 충분히 대체될 수 있음을 의미한다. 따라서 향후 SDN 구조에 최적화된 IP 이동성 프레임워크, 더 나아가 IP 도메인에 제약받지 않는 라우팅 구조를 개발하는데 있어 IP 터널 이용을 고수할 것인가에 대해서는 전면적인 고찰과 분석이 필요할 것으로 예상된다.
- [0060] 기존의 PMIPv6 구조에 제기될 수 있는 또 하나의 이슈는 동일한 LMM 도메인에 속한 두 MAG의 영역에 위치한 이동 단말(MN)들 간에 주고 받는 패킷들을 전달하는 방식에 관한 것이다. 현재의 PMIPv6 구조에 따르면, 두 MAG (예를 들어, MAG1 및 MAG2)가 인접한 경우에도 이러한 패킷들은 MAG1 -> IP 터널 -> LMA -> IP 터널 -> MAG2의 경로를 통해 전달된다. 이는 앞서 기술한 바와 같이 LMA에 매핑되어 있는 스위치에 트래픽이 과도하게 집중되는 문제를 유발할 수 있으며, 네트워크의 전반적인 효율(Utilization)을 떨어뜨리는 결과를 낳게 된다. 이 문제 역시 IP 터널링 기법에 얽매이지 않는다면 쉽게 해결책을 찾을 수 있다. LMA는 자신의 LMM 도메인을 방문 중인 모든 이동 단말(MN)들의 위치 정보를 관리하고 있기 때문에, 이들 이동 단말(MN)들 간에 주고 받는 내부 패킷들이 MAG들 간의 최적 경로(Shortest Path)를 통해 직접 전달되도록 하부 전송 계층의 규칙을 설정하는 것이 가능하다. 즉, LMA에서 각 MAG들에 대해 내부 이동 단말(MN)들 간의 패킷을 처리하기 위한 오픈플로우(OpenFlow) 규칙을 제공하고, 각 MAG는 제공받은 규칙을 자신에 매핑된 오픈플로우 스위치에 설정하는 것이다. 이러한 과정은 SDN 제어 계층에서 소프트웨어 적으로 구현할 수 있는 부분이다.
- [0061] 상기 언급한 이슈들 외에도 SDN 구조를 기반으로 PMIPv6와 같은 IP 이동성 관리 기술을 실제 네트워크에 전개하는 데에는 많은 고려사항들이 존재할 수 있다. 우선 제안된 프레임워크와 같이 LMA와 모든 MAG들이 하나의 라우트플로우 서버에 가상 머신(VM) 형태로 구현되기 때문에, 이들이 처리하는 방대한 이동성 정보가 단일 서버에 집중되는 점을 들 수 있다. 이와 같이 단일 서버로 집중되는 이동성 관리 기능을 데이터 센터(Data Centre) 내의 서버 그룹 또는 클라우드(Cloud) 컴퓨팅 플랫폼 등으로 효율적으로 분산시키는 문제는 이슈로 떠오를 수 있다.
- [0062] 이상에서 살펴본 것과 같이, 본 발명의 실시예에 따른 SDN 기반의 단말 이동성 제어 시스템 및 그 방법은, SDN을 기반으로 IP 이동성 관리 기술을 최적화하는 구조를 제공할 수 있다. 예를 들면, 본 발명의 실시예에 따른 SDN 기반의 단말 이동성 제어 시스템 및 그 방법은 IP 이동성 기술 중 하나인 PMIPv6를 SDN(Software Defined

Network) 구조상에 효과적으로 적용시킬 수 있다.

[0063] 본 발명은 다양한 이종 무선망 간의 끊임없는 모바일 서비스를 제공하는 IP 이동성 관리 기술을 SDN 구조 기반의 네트워크에 적용하기 위한 방법을 제공한다. SDN 구조는 네트워크의 제어 계층과 데이터 전송 계층을 명시적으로 분리함으로써 소프트웨어적이고 중앙 집중화된 방식으로 네트워크를 제어할 수 있는 장점을 제공한다. 이러한 특징은 기존의 IP 이동성 기술들이 갖는 공통적인 한계로 네트워크 전반에 걸쳐 대규모의 장비 교체 또는 기능적 업데이트를 요구하는 문제점을 해결할 수 있는 기반 환경을 제공한다.

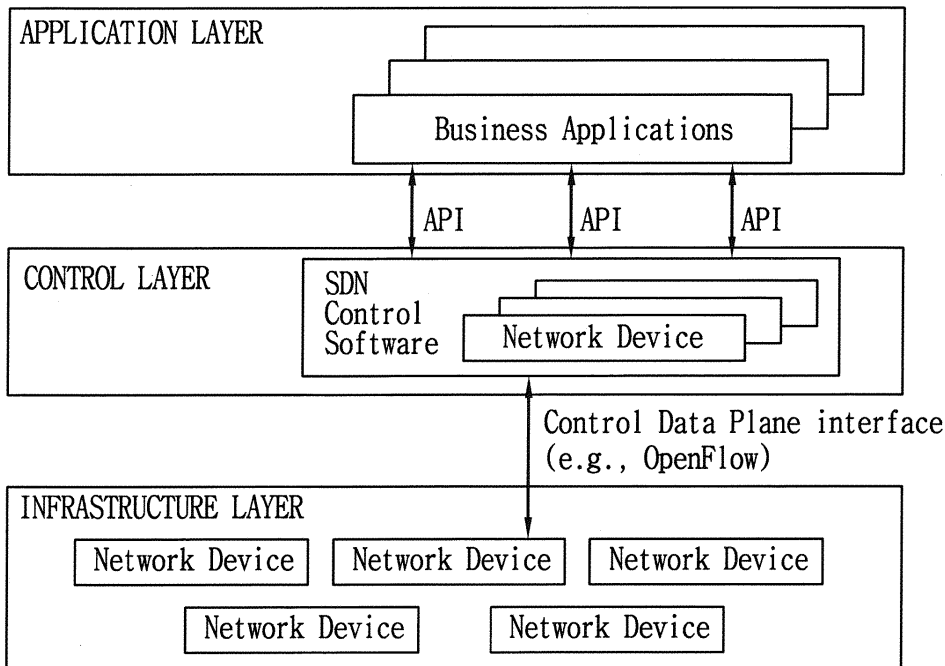
[0064] 본 발명은, 널리 알려진 IP 이동성 기술 중 하나인 PMIPv6를 SDN 구조상에 효과적으로 적용하기 위한 프레임워크를 도출하였다. 상기 프레임워크는 PMIPv6 프로토콜 개체(LMA와 MAG)를 SDN 제어 계층에 위치한 서버상에서 가상 머신(VM) 형태로 운영하는 라우트플로우 방식을 기반으로 하고 있다. 이러한 구조적 특징은 하부의 전송 네트워크를 구성하는 오픈플로우 스위치들에게 어떠한 기능적 변화도 요구하지 않으면서 이동 단말을 위한 패킷 처리 및 전달을 원활하게 수행할 수 있도록 해 준다. 본 발명에서는 SDN 제어 계층에서 수행된 PMIPv6 동작에 따라 변경되는 이동 단말의 위치 및 패킷 경로 정보가 어떻게 각 오픈플로우 스위치의 플로우 테이블에 반영되는지를 보였으며, 그에 따라 수정된 핸드오버 제어 절차를 기술하였다.

[0065] 본 발명은 단지 SDN 환경에 최적화된 IP 이동성 관리 구조를 제시하는 것에서 더 나아가, 현재의 IP 도메인 기반 라우팅 방식이 갖는 한계를 극복하는 새로운 라우팅 구조를 개발하기 위한 기초 연구로 활용될 수 있다.

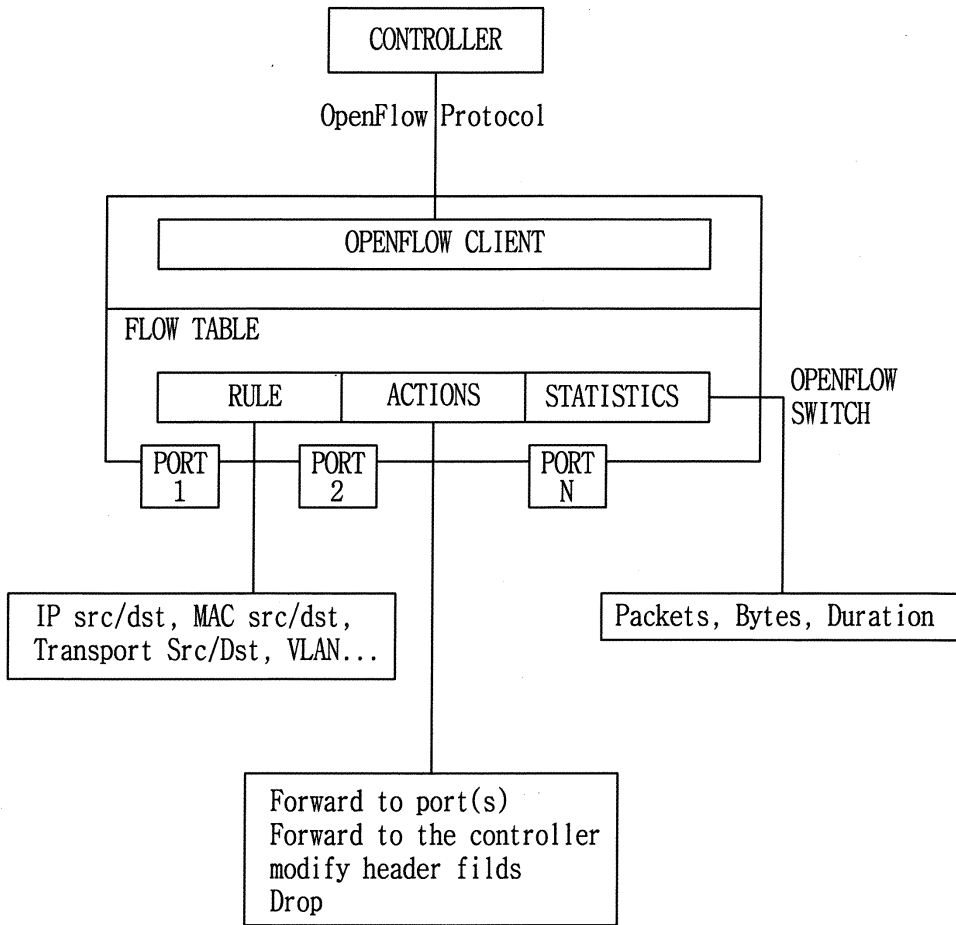
[0066] 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

도면

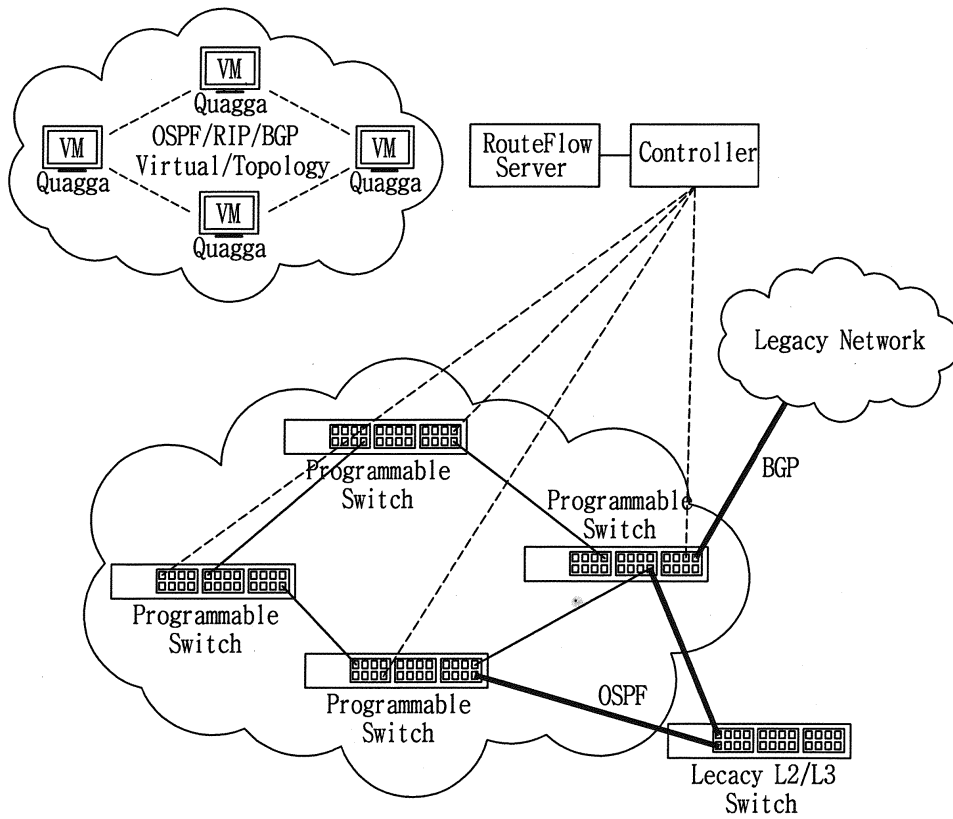
도면1



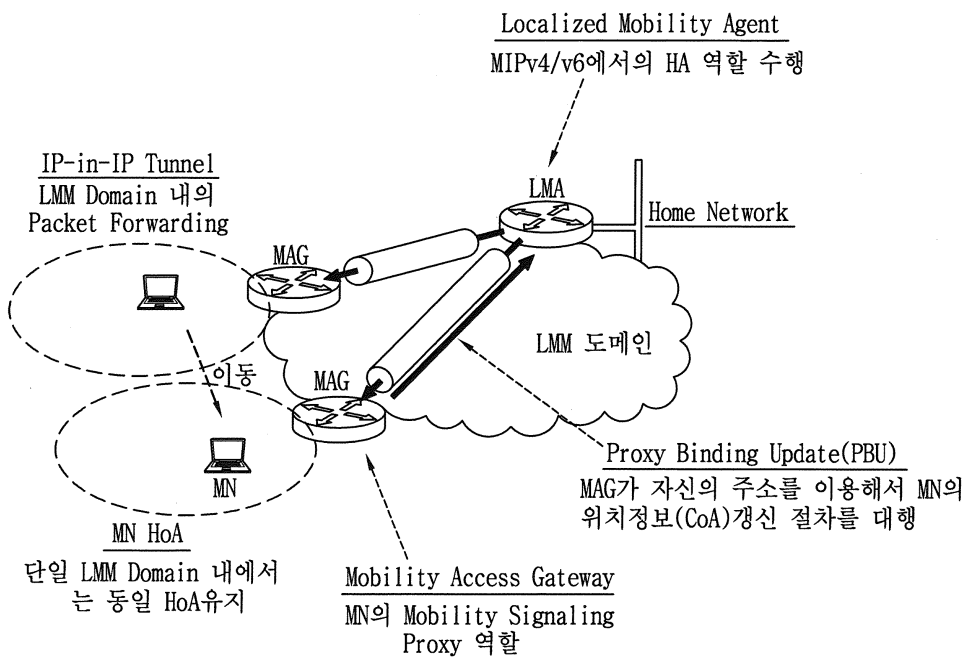
도면2



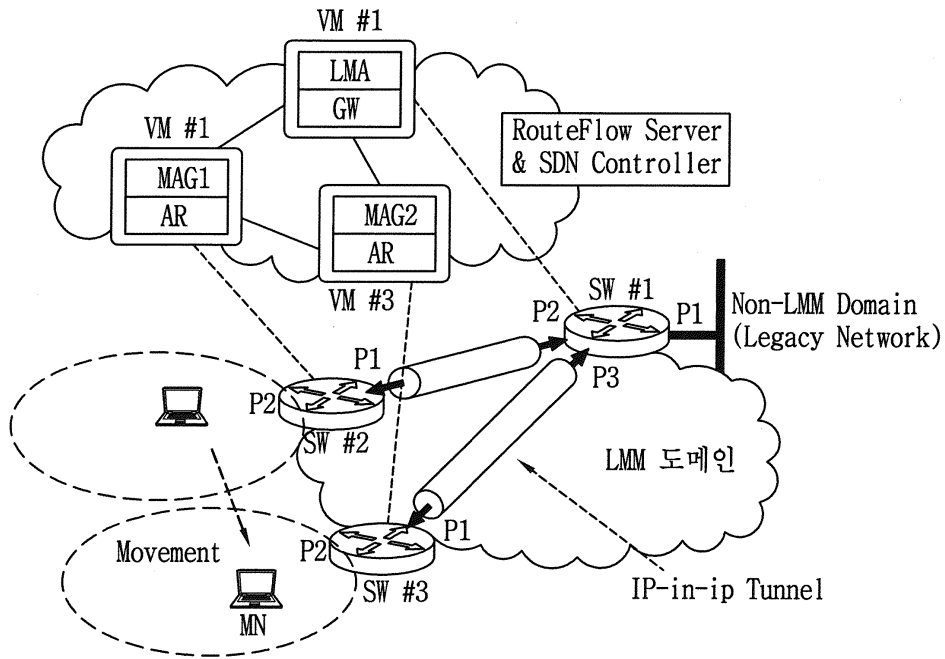
도면3



도면4



도면5



도면6

