

NDN 기반 무선의 포워딩 전략 네트워크: 설문조사

아사둘라 타리크, 라나 아시프 레만, 회원, IEEE, 김병서, IEEE 시니어 회원



추상적인—NDN(Named Data Networking)은 CCN(Content Centric Networking) 접근 방식을 채택한 미래의 유망한 인터넷 아키텍처 패러다임입니다. 응용 프로그램과 사용자는 콘텐츠에만 관심이 있는 반면 인터넷 프로토콜(예: TCP/IP)은 장치 위치를 지정하고 검색하여 통신에 중점을 두므로 더 어렵고 제한적입니다. NDN은 콘텐츠의 효율적인 배포를 지원하며, 데이터 채널을 확보하는 것보다 콘텐츠를 보호합니다. MANET, WSN, VANET, WMN을 포함한 NDN 기반 무선 네트워크에서 전달 메커니즘은 효율적인 통신을 위해 매우 중요합니다. NDN은 강력하고 간단한 통신 메커니즘을 제공합니다. NDN 포워딩에서 네트워크를 통해 교환되는 두 가지 유형의 패킷은 INTEREST 및 DATA입니다. 이 논문에서는 NDN/CCN 기반 MANET, VANET, WSN 및 WMN의 포워딩 전략 및 포워딩 문제에 관한 자세한 설문 조사가 제공됩니다. 무선 환경에서의 포워딩과 관련된 향후 과제도 강조됩니다.

색인 용어—명명된 데이터 네트워킹, CCN, 포워딩, MANET, VANET, WSN, WMN.

나. 나소개

NAMED 데이터 네트워킹(NDN)은 새로 제안된 패러다임이자 미래 인터넷 아키텍처의 후보입니다. 분산 무선 시스템에서 유리한 보증과 약속을 제공합니다. 과도한 애플리케이션 및 인터넷 사용은 중앙 집중식 통신 제어, 간헐적 연결, 동적 토폴로지, 노드 이동성 및 신호 전파의 부족으로 인해 엔드투엔드 통신을 지원하고 보호하기 위한 오늘날의 TCP/IP 기반 인터넷 아키텍처의 기능과 기능에 도전합니다. NDN은 미래의 네트워크 아키텍처에 대한 새롭고 스마트한 사고 방식을 제공합니다. NDN은 IP가 아닌 네트워크 환경을 고려하여 네트워크를 이해하는 것입니다. 오늘날 인터넷의 아키텍처 불일치와 사용이 NDN의 동기입니다. NDN은 인터넷 애플리케이션 및 서비스를 지원하는 매우 유능한 아키텍처입니다. †

원고는 2019년 2월 18일에 받았습니다. 2019년 6월 26일 개정; 2019년 8월 11일 승인. 발행일 2019년 8월 16일; 현재 버전의 날짜는 2020년 3월 11일입니다. 이 작업은 보조금 2018R1A2B6002399에 따라 한국 정부가 자금을 지원하는 한국연구재단 보조금의 지원을 받았습니다.(교신저자: 김병서.)

A. Tariq와 RA Rehman은 파키스탄 국립 컴퓨터 및 신흥 과학 대학(Chinot Faisalabad Campus), Chinniot-Faisalabad 35400, 파키스탄(이메일: realasadullahtariq@gmail.com ; r.asif@nu.edu.pk).

B.-S. Kim은 대한민국 세종 30016에 있는 홍익대학교(세종캠퍼스) 소프트웨어통신공학과 소속입니다(이메일: jsnbs@hongik.ac.kr).

디지털 개체 식별자 10.1109/COMST.2019.2935795

1553-877X© 2019 IEEE. 개인적인 사용은 허용되지만 재발행/재배포에는 IEEE 허가가 필요합니다. 자세한 내용은 http://www.ieee.org/publications_standards/publications/rights/index.html을 참조하십시오.

승인된 라이센스 사용은 송설대학교로 제한됩니다. IEEE Xplore에서 2023년 7월 19일 04:07:37 UTC에 다운로드되었습니다. 제한 사항이 적용됩니다.

미래 인터넷 프로그램에 따른 NDN에 대한 연구 활동은 미국 국립 과학재단[1]에서 자금을 지원합니다.

NDN의 주요 동기는 네트워크 계층을 오늘날의 IP 아키텍처와 같은 엔드 포인트에 대한 콘텐츠(정보)의 이름으로 일반화하는 것입니다. NDN은 IP[2]와 독립적인 새로운 아키텍처 설계의 깨끗한 슬레이트이며 수신기 기반 통신을 기반으로 합니다. INTEREST 및 DATA 패킷의 두 가지 유형의 패킷이 네트워크를 통해 교환됩니다. Consumer는 INTEREST 패킷을 전송하고, Provider는 INTEREST 패킷을 수신하여 DATA 패킷을 Consumer에게 다시 전송합니다. INTEREST 패킷에는 소비자가 네트워크로 보내는 요청된 콘텐츠의 일부일 수 있는 원하는 데이터 조각의 이름이 포함되어 있습니다. 라우터는 수신된 INTEREST 패킷을 요청된 콘텐츠 또는 데이터를 보유하고 있는 공급자에게 전달합니다.

INTEREST 패킷이 목적지에 도착하면, 공급자는 요청한 콘텐츠 이름과 콘텐츠 자체를 제작자의 서명 스탬프와 함께 포함하는 DATA 패킷을 반환합니다. 이 DATA 패킷은 이동한 INTEREST 패킷과 동일한 경로를 따릅니다. 네트워크 캐싱, 위치 독립적 명명 데이터, 경량 포워딩과 같은 놀라운 NDN 기능은 모바일 임시 네트워크를 위한 매우 놀랍고 매력적인 솔루션입니다. 데이터 불변성, 계층적 이름 지정, 보편성, 이름의 네트워크 내 검색, 직접적인 방식으로 데이터 보호 및 흡간 흐름 균형은 NDN의 프로토콜 설계입니다[2]. NDN과 IP는 모두 동일한 모래시계를 공유하고, 데이터 그램을 보내고, 종단 간 원칙을 공유하고, 데이터 전달을 위한 자체 이름 공간을 사용합니다. NDN은 그림 1과 같이 원래 인터넷[4]과 동일한 모래시계 모양의 아키텍처를 유지합니다.

불안정하고 좁은 무선 링크로 인해 메쉬 네트워크에서 콘텐츠 전달 및 패킷 전달 문제가 있습니다. 엔드-투-엔드 원칙, 라우팅 및 포워딩의 플레인 분리, 상태 전체 포워딩, 내장 보안 및 사용자 선택 인에이블러는 핵심 NDN 아키텍처 기능입니다. NDN에서 트러스트 앵커와 효과적인 신뢰 관리 솔루션을 구축하면 NDN의 통신 보안이 강화됩니다. 데이터 패킷에 내장된 생산자 서명 기능은 마사지의 프라이버시와 안전을 보장합니다. 순차 INTEREST 전달이 애플리케이션의 요구 사항인 경우 전달 메커니즘을 찾아 패킷 혼잡 및 패킷 손실을 효과적으로 방지해야 합니다. NDN의 패러다임은 프리피스 하이재커를 우회하고 다중 경로를 사용하여 혼잡을 제어하며 성공적으로 피할 수 있는 새로운 네트워크 포워딩 플레인으로 이어집니다.

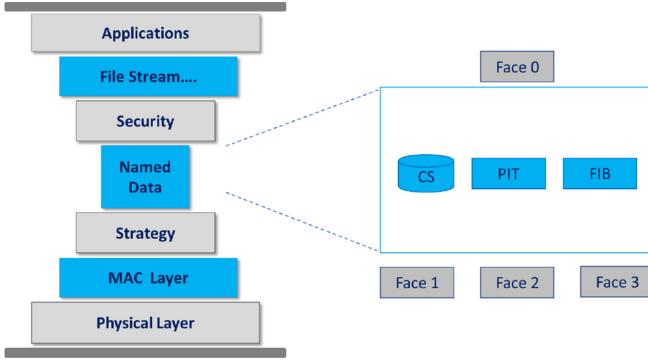


그림 1. NDN 모래시계 아키텍처.

실패 링크. NDN은 빠른 가변 길이의 계층적 이름 기반 조회, 대규모 포워딩 테이블 및 패킷별 DATA 상태 업데이트가 필요합니다. 확장 가능한 패킷 전달은 여전히 어려운 영역입니다. 빠른 이름 조회, 지능형 전달 전략(선호 경로) 및 캐싱 정책은 NDN 전달의 핵심 기능입니다[9]. NDN 전달과 관련된 주요 문제는 빠른 업데이트를 통한 정확한 문자열 일치(삽입, 삭제 및 업데이트 작업), 대규모 흐름 유지 관리, 가변 길이 및 제한되지 않은 이름에 대한 가장 긴 접두사 일치입니다. 이러한 문제는 일정한 시간 작업이 필요하고 최적화에는 URL 형식이 필요하며 빠른 업데이트에는 간단한 DATA 구조가 필요합니다. 콘텐츠 저장소 정책과 함께 효율적인 패킷 인코딩 및 디코딩도 효율적인 솔루션입니다[9]. 이 논문에서는

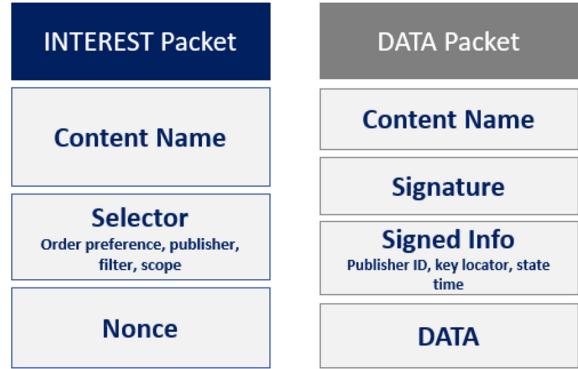


그림 2. NDN INTEREST 및 DATA 패킷 형식.

DATA는 인터넷보다 복잡하다. 데이터 중복 및 복제 문제는 NDN의 브로드캐스트 특성 때문입니다.

본 서베이에서는 NDN 기반의 모바일 애드혹 네트워크인 MANET, VANET, 무선 센서 네트워크와 같은 무선 환경, 메쉬 네트워크에서의 포워딩 문제를 구체적으로 살펴보자 한다. 이 문서는 다음과 같은 방식으로 구성되어 있습니다. 섹션 II에서는 NDN 아키텍처, 응용 프로그램 및 시스템 서비스를 제시하고 NDN의 설계 원칙과 NDN과 오늘날의 IP 아키텍처를 비교합니다. 섹션 III-VII에서는 무선 애드혹 네트워크에 대해 논의하고 MANET, VANET, WSN 및 WMN의 포워딩 전략이 백서의 주요 구성 요소에 대한 포괄적인 조사를 제시했습니다. 또한 위에서 논의한 각 네트워크의 포워딩 전략에 대한 자세한 비교 및 성능을 제시했습니다. 섹션 VIII 및 IX에서는 미결 과제, 문제 쟁점,

본 논문은 MANET(Mobile Ad Hoc Networks), VANET(Vehicular Ad Hoc Networks), WSN(Wireless Sensor Networks), Wireless Mesh

Networks와 같은 NDN/CCN 기반 무선 네트워크의 포워딩 전략과 포워딩 문제에 초점을 맞추고 있다. WSN, 포워딩 문제를 해결하기 위해 제안된 포워딩

플레이인 설계, 응용 및 구현 기술과 대비되는 문제 및 쟁점을 제시합니다. 적은 메모리 비용과 함께 빠른 이름 조회는 NDN 확장 가능 포워딩의 주요 과제입니다.

다. 적응형 전달 전략은 제어 허름, 멀티캐스트 DATA 전달, 지원 범위 경로 업데이트, INTEREST 전달 및 전달과 관련된 정보에 입각한 결정을 선택합니다.

정체로 인한 가동 중단은 NDN 전달 속도 제한 기능으로 해결할 수 있는 문제입니다. 네트워크 스니핑 및 중간 개입이 문제로 간주될 수 있습니다.

PIT(pending Interest table), FIB(forwarding information base)를 구현하기 위해 많은 DATA 구조가 제안된다. NDN 아키텍처에서 가상, 논리적 및 물리적 인터페이스의 추상화는 얼굴입니다. NDN에서 통신하려는 모든 엔티티는 얼굴을 만들습니다. 얼굴은 논리적 인터페이스, 애플리케이션 또는 물리적 인터페이스일 수 있습니다. NDN의 얼굴은 전송 및 링크 서비스 메커니즘으로 구성됩니다. 얼굴은 송거진 인터페이스에 따라 다른 전송 메커니즘을 지원합니다. NDN은 기존 네트워킹 기술[70]에서 이 수준의 추상화를 사용하여 오버레이 네트워크를 구현합니다. 복제, 네트워크 캐싱 및 다중 경로 라우팅에서 멀티캐스트, 유니캐스트 및 모든 캐스트와 같은 전달 모드는 전송을 만듭니다. PIT(pending Interest table), FIB(forwarding information base)를 구현하기 위해 많은 DATA 구조가 제안된다. NDN 아키텍처에서 가상, 논리적 및 물리적 인터페이스의 추상화는 얼굴입니다.

NDN에서 통신하려는 모든 엔티티는 얼굴을 만들습니다. 얼굴은 논리적 인터페이스, 애플리케이션 또는 물리적 인터페이스일 수 있습니다. NDN의 얼굴은 전송 및 링크 서비스 메커니즘으로 구성됩니다. 얼굴은 송거진 인터페이스에 따라 다른 전송 메커니즘을 지원합니다. NDN은 기존 네트워킹 기술[70]에서 이 수준의 추상화를 사용하여 오버레이 네트워크를 구현합니다. 복제, 네트워크 캐싱 및 다중 경로 라우팅에서 멀티캐스트, 유니캐스트 및 모든 캐스트와 같은 전달 모드는 전송을 만듭니다.

얼굴은 논리적 인터페이스, 애플리케이션 또는 물리적 인터페이스일 수 있습니다. NDN의 얼굴은 전송 및 링크 서비스 메커니즘으로 구성됩니다. 얼굴은 송거진 인터페이스에 따라 다른 전송 메커니즘을 지원합니다. NDN은 기존 네트워킹 기술[70]에서 이 수준의 추상화를 사용하여 오버레이 네트워크를 구현합니다. 복제, 네트워크 캐싱 및 다중 경로 라우팅에서 멀티캐스트, 유니캐스트 및 모든 캐스트와 같은 전달 모드는 전송을 만듭니다.

얼굴은 논리적 인터페이스, 애플리케이션 또는 물리적 인터페이스일 수 있습니다. NDN의 얼굴은 전송 및 링크 서비스 메커니즘으로 구성됩니다. 얼굴은 송거진 인터페이스에 따라 다른 전송 메커니즘을 지원합니다. NDN은 기존 네트워킹 기술[70]에서 이 수준의 추상화를 사용하여 오버레이 네트워크를 구현합니다. 복제, 네트워크 캐싱 및 다중 경로 라우팅에서 멀티캐스트, 유니캐스트 및 모든 캐스트와 같은 전달 모드는 전송을 만듭니다.

얼굴은 논리적 인터페이스, 애플리케이션 또는 물리적 인터페이스일 수 있습니다. NDN의 얼굴은 전송 및 링크 서비스 메커니즘으로 구성됩니다. 얼굴은 송거진 인터페이스에 따라 다른 전송 메커니즘을 지원합니다. NDN은 기존 네트워킹 기술[70]에서 이 수준의 추상화를 사용하여 오버레이 네트워크를 구현합니다. 복제, 네트워크 캐싱 및 다중 경로 라우팅에서 멀티캐스트, 유니캐스트 및 모든 캐스트와 같은 전달 모드는 전송을 만듭니다.

얼굴은 논리적 인터페이스, 애플리케이션 또는 물리적 인터페이스일 수 있습니다. NDN의 얼굴은 전송 및 링크 서비스 메커니즘으로 구성됩니다. 얼굴은 송거진 인터페이스에 따라 다른 전송 메커니즘을 지원합니다. NDN은 기존 네트워킹 기술[70]에서 이 수준의 추상화를 사용하여 오버레이 네트워크를 구현합니다. 복제, 네트워크 캐싱 및 다중 경로 라우팅에서 멀티캐스트, 유니캐스트 및 모든 캐스트와 같은 전달 모드는 전송을 만듭니다.

얼굴은 논리적 인터페이스, 애플리케이션 또는 물리적 인터페이스일 수 있습니다. NDN의 얼굴은 전송 및 링크 서비스 메커니즘으로 구성됩니다. 얼굴은 송거진 인터페이스에 따라 다른 전송 메커니즘을 지원합니다. NDN은 기존 네트워킹 기술[70]에서 이 수준의 추상화를 사용하여 오버레이 네트워크를 구현합니다. 복제, 네트워크 캐싱 및 다중 경로 라우팅에서 멀티캐스트, 유니캐스트 및 모든 캐스트와 같은 전달 모드는 전송을 만듭니다.

얼굴은 논리적 인터페이스, 애플리케이션 또는 물리적 인터페이스일 수 있습니다. NDN의 얼굴은 전송 및 링크 서비스 메커니즘으로 구성됩니다. 얼굴은 송거진 인터페이스에 따라 다른 전송 메커니즘을 지원합니다. NDN은 기존 네트워킹 기술[70]에서 이 수준의 추상화를 사용하여 오버레이 네트워크를 구현합니다. 복제, 네트워크 캐싱 및 다중 경로 라우팅에서 멀티캐스트, 유니캐스트 및 모든 캐스트와 같은 전달 모드는 전송을 만듭니다.

얼굴은 논리적 인터페이스, 애플리케이션 또는 물리적 인터페이스일 수 있습니다. NDN의 얼굴은 전송 및 링크 서비스 메커니즘으로 구성됩니다. 얼굴은 송거진 인터페이스에 따라 다른 전송 메커니즘을 지원합니다. NDN은 기존 네트워킹 기술[70]에서 이 수준의 추상화를 사용하여 오버레이 네트워크를 구현합니다. 복제, 네트워크 캐싱 및 다중 경로 라우팅에서 멀티캐스트, 유니캐스트 및 모든 캐스트와 같은 전달 모드는 전송을 만듭니다.

얼굴은 논리적 인터페이스, 애플리케이션 또는 물리적 인터페이스일 수 있습니다. NDN의 얼굴은 전송 및 링크 서비스 메커니즘으로 구성됩니다. 얼굴은 송거진 인터페이스에 따라 다른 전송 메커니즘을 지원합니다. NDN은 기존 네트워킹 기술[70]에서 이 수준의 추상화를 사용하여 오버레이 네트워크를 구현합니다. 복제, 네트워크 캐싱 및 다중 경로 라우팅에서 멀티캐스트, 유니캐스트 및 모든 캐스트와 같은 전달 모드는 전송을 만듭니다.

II. NDN A건축과 씨옵파리종여 ITHIP

NDN 아키텍처는 완전히 새로운 패러다임 아키텍처이지만 운영 측면에서 현재 관행에 기반할 수 있습니다. NDN 아키텍처의 설계는 현재 구현된 인터넷 아키텍처, 즉 TCP/IP의 한계와 강점에 대한 우리의 이해를 나타냅니다. NDN은 원래 인터넷과 동일한 모래시계 모양의 아키텍처를 유지합니다.

A. NDN 패킷 및 라우터 구조

NDN의 통신은 수신기 중심입니다. 두 가지 유형의 패킷: INTEREST 및 DATA 패킷은 데이터 이름을 포함하는 전체 통신 프로세스와 관련됩니다[8]. INTEREST 및 DATA 패킷 형식은 그림 2에 나와 있습니다.

INTEREST 패킷: 결과 데이터 청크의 이름은 소비자 측에서 INTEREST 패킷에 배치되어 네트워크로 전송됩니다. 네트워크 라우터는 특정 이름 지정 정보를 사용하여 네트워크에서 제공자 쪽으로 패킷을 전달합니다. **DATA 패킷:** INTEREST 패킷이 원하는 데이터를 포함하는 생산자 노드에 도착하면 DATA 패킷이 반환됩니다. **DATA 패킷에는**

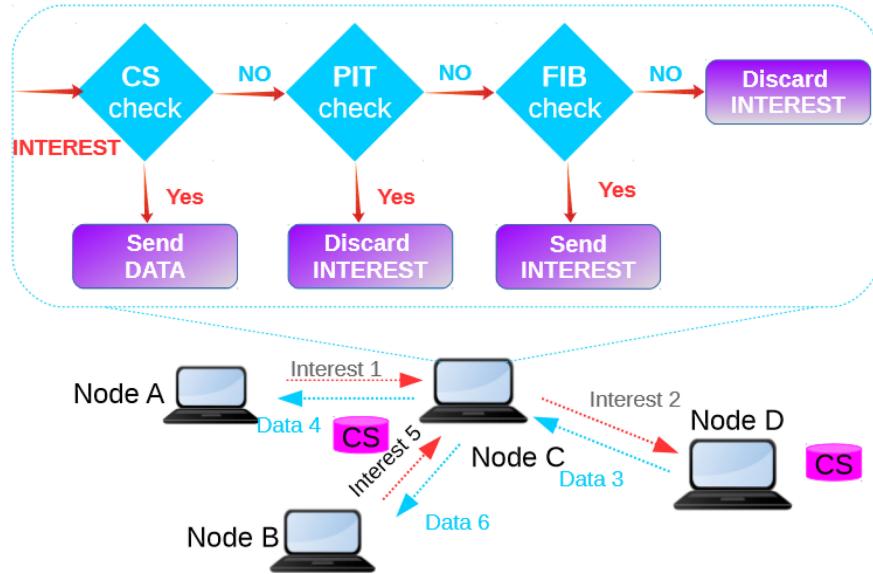


그림 3. NDN의 포워딩 모델.

제작자의 서명과 함께 이름과 내용. DATA 패킷은 INTEREST 패킷과 동일한 역방향 경로를 따릅니다.

라우터 아키텍처에서 각 NDN 라우터는 다음 세 가지 데이터 구조를 유지합니다.

1) FIB(Forwarding Information Base): 이 테이블은 라우터가 INTEREST 패킷을 데이터 생산자에게 전달하는 데 사용합니다. FIB 테이블의 각 항목에는 이름 접두사와 Producer를 향한 다음 흡을 표시하는 일련의 얼굴이 포함됩니다.

2) PIT(Pending Interest Table): PIT는 INTEREST 패킷이 선택한 경로를 추적하는 데 사용됩니다. PIT 테이블의 각 항목에는 INTEREST라는 이름, 이전 흡을 표시하는 들어오는 면 세트 및 해당 이름의 INTEREST가 취하는 다음 흡을 표시하는 나가는 면 세트가 포함됩니다. PIT 테이블은 INTEREST 패킷 집계 및 혼잡 제어 등과 같은 다른 용도로도 사용할 수 있습니다.

3) 콘텐츠 저장소(CS): CS는 DATA 개체의 네트워크 내 캐싱에 사용됩니다. CS는 이전에 캐시된 DATA 개체가 있는 경우 생산자를 대신하여 INTEREST 패킷을 만족시킬 수 있습니다. 요컨대 CS는 라우터가 수신한 DATA 개체의 임시 캐시입니다. 포워딩 전략 모듈은 포워딩 패킷에 대한 일련의 정책 및 규칙입니다. 네트워크의 노드를 통한 응용 프로그램인 소비자는 DATA 개체에 대해 INTEREST를 보냅니다. 그런 다음 INTEREST 패킷은 라우터를 통해 Producer라고 하는 콘텐츠 게시자에게 전달됩니다. 생산자는 요청된 이름과 관련된 DATA 객체를 전송하여 INTEREST 패킷에 응답하고 라우터는 DATA 패킷을 소비자에게 전달합니다.

상호연결성[10]. 현재 인터넷 아키텍처(IP)의 부적절한 보안이 재검토되고 있으며 점점 적대적인 환경이 이를 더욱 악화시키고 있습니다. NDN은 이름이 지정된 모든 데이터에 권한을 부여하여 기본적인 보안 빌딩 블록을 제공합니다. NDN의 내장된 보안 기능은 명명된 데이터의 확인 및 서명을 통해 네트워크 계층에서 보안 데이터 전송을 지원합니다. NDN은 네트워크 장애 상황에서 강력한 애플리케이션을 개선할 수 있기 때문에 종단 간 원칙을 유지하고 확장합니다. 자체 규제 네트워크 트래픽, 상태 저장 전달, 패킷 및 데이터의 균형 잡힌 전달은 네트워크의 안정적인 운영에 중요합니다. 흐름 균형은 NDN 설계에서 중요한 기능입니다. NDN 라우터는 새로 전달된 패킷의 상태를 저장하고 흐름 균형, 루프 감지, 스마트 전달, 및 범용 캐싱 등. NDN은 NDN 배포에서 사용 가능한 최상의 포워딩 기술을 위해 라우팅 및 포워딩 평면 분리 원칙을 고수합니다. 새로운 라우팅 및 포워딩 시스템에 대한 연구가 병행되고 있습니다. 아키텍처는 최선의 가능성을 가지고 사용자와 경쟁의 선택을 즐겁게 하고 용이하게 해야 합니다. NDN은 최종 사용자의 권한 부여를 위해 충분한 인식 노력을 기울이고 경쟁을 가능하게 합니다. NDN은 인터넷의 모래시계 모양의 아키텍처를 가지고 있지만 완전히 일반적인 유통 네트워크의 생성을 지원하는 얇은 허리의 개발을 장려합니다. NDN과 IP 아키텍처의 비교는 그림 4에 제시되어 있습니다. 이 개발 발전의 중심점은 패킷이 이름 통신의 끝점이 될 수 있다는 제한을 완화하는 것입니다. NDN 패킷에서, 네트워크에 관한 한 이름은 끝점, 일부 전기 장치를 켜는 명령, 책이나 영화 등이 될 수 있습니다. 이러한 개념적으로 간단한 변경과 제어 및 디지털 문제를 통해 NDN 네트워크는 효율적으로 해결할 수 있습니다. 의사 소통 문제. NDN 연구의 미래에 대한 도전은 특히 인터넷 주소가 사용되는 서비스가 제대로 제공되지 않는 응용 프로그램 영역에서 실제 문제를 해결할 수 있는 아키텍처 프레임워크를 만드는 것입니다.

B. NDN 아키텍처 및 프로토콜 설계 원칙

NDN은 전 세계적으로 필요한 최소한의 기능을 적용하여 범용 IP 네트워크 계층의 코어인 얇은 허리 모래시계[67] 모양의 아키텍처를 유지합니다.

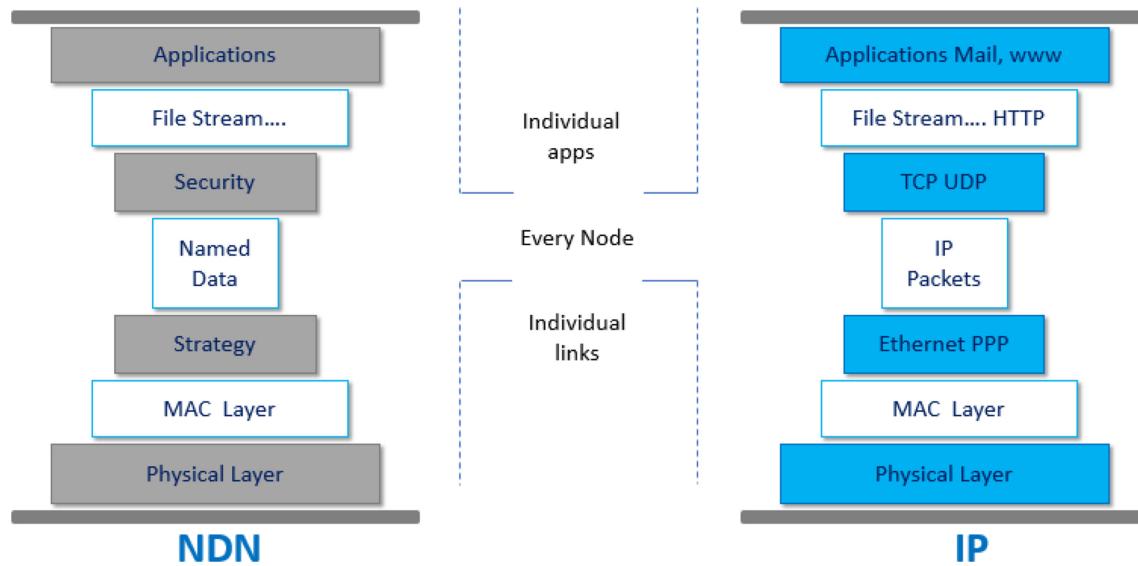


그림 4. NDN과 IP 아키텍처 비교.

NDN 통신은 수신기 중심입니다. 소비자는 필요한 DATA를 배치하기 위한 이름을 포함하는 DATA를 수신하기 위해 INTEREST 패킷을 보냅니다. 라우터는 들어오는 요청의 인터페이스를 염두에 두고 FIB에서 이름을 검색한 다음 이를 기반 라우팅 프로토콜이 차지하는 DATA 패킷을 전달합니다. INTEREST 패킷이 원하는/요청된 DATA가 있는 노드 주위에 있을 때 생산자의 키 서명과 함께 DATA의 이름과 내용을 모두 포함하는 DATA 패킷이 다시 전송됩니다. DATA 패킷은 INTEREST 패킷이 사용한 역방향 경로를 추적하여 소비자에게 다시 이동합니다. DATA 및 INTEREST 패킷은 TCP/IP에서와 같이 인터페이스 또는 호스트 주소가 포함되어 있지 않습니다. 이름을 기반으로 하는 INTEREST 패킷은 DATA 생산자로 라우팅되고 반환된 데이터 및 이름을 포함하는 DATA 패킷, 각 라우터 흙에서 INTEREST에 의해 설정됩니다. NDN 라우터는 일정 기간 동안 INTEREST와 DATA를 모두 유지합니다. 동일한 데이터에 대해 여러 INTEREST가 있는 경우 처음 수신된 INTEREST만 DATA 소스로 전송됩니다. 이후 INTEREST 패킷에 대한 정보는 라우터에 의해 PIT에 저장된다. PIT 테이블의 각 항목은 INTEREST 이름과 일치하는 INTEREST 인터페이스 세트로 구성됩니다. 라우터는 DATA 패킷이 도착하면 일치하는 PIT 항목을 찾아 PIT 항목[4]에 나열된 인터페이스로 DATA를 전달합니다. 그런 다음 라우터는 관련 PIT 항목을 재배치하고 데이터를 CS에 캐시합니다. 각 흙에서 하나의 DATA 패킷은 하나의 INTEREST 패킷만 만족하므로 흙 간 흙 균형을 달성합니다. NDN의 DATA 패킷은 DATA 패킷이 포함하는 사실을 중심으로 회전합니다. 그것이 오는 곳이나 전달되는 곳과는 무관합니다. 따라서 라우터는 향후 요청에 따라 캐시할 수 있습니다. NDN의 전달 모델은 그림 3에 나와 있습니다. 아키텍처로 인해 NDN은 멀티캐스트, 콘텐츠 배포, 지연 허용 네트워킹 및 이동성과 같은 다양한 기능을 지원합니다. 패킷 전송 성능을 향상시키고 실패하거나 손상된 데이터 소스에 대한 의존도를 줄입니다.

공격한다[3]. NDN 프로토콜 설계 원칙은 아래에 설명되어 있습니다[11].

- 보편성: 모든 네트워크 환경 및 애플리케이션에 대한 공통 네트워크 프로토콜은 NDN이어야 합니다. NDN 패킷 형식은 확장 가능하고 유연해야 합니다.
- 데이터 중심성 및 데이터 불변성: 변경할 수 없는 원하는 DATA 패킷은 모호하지 않게 가져와야 하며 INTEREST 패킷을 사용하여 요청된 NDN에 의해 고유한 이름이 지정되어야 합니다.
- 데이터 직접 보안: 중요한 고려 사항은 DATA 패킷이 안전해야 하며 이동성의 영향을 받지 않아야 한다는 것입니다.
- 계층적 이름 지정: 패킷은 구조화된 컨텍스트를 꾸미고 역다중화를 가능하게 하기 위해 계층적 이름을 지녀야 합니다.
- 네트워크 내 이름 검색: DATA 패킷을 검색하고 가져오기 위해 불완전한 이름을 식별하는 INTEREST의 기능.
- 흙 간 흙 균형: 흙 간 흙 균형을 위해서는 하나의 INTEREST 패킷 정책의 결과로 하나의 DATA 패킷이 중요합니다. 이러한 방식으로 각 노드는 해당 링크에 대한 제어 부하를 가질 수 있습니다. INTEREST를 제한하면 추측과 통제가 더 잘 될 수 있습니다.

C. IP와 NDN의 한계

본 절에서는 현재 IP 인터넷 아키텍처의 구조적, 성능, 기능적 특성의 제약을 분석한다. IP 인터넷에 내재된 제한 사항은 저주 이동성, 라우팅 및 전달, 콘텐츠 배포, 네트워크 보안, 콘텐츠 캐싱 기능 및 응용 프로그램 배포에 대한 지원 컨텍스트에 있습니다. 임시 방편으로는 논의된 모든 문제를 완전히 해결할 수 없습니다. 현재 IP 인터넷의 단점을 극복할 수 있는 새로운 인터넷 패러다임이 절실히 필요하며

표 I
씨비교NDN그리고IP

NDN	IP
Future Internet Architecture	Current Internet Architecture
Content centric	Address Centric
Storage is In Network	No In-Network Storage
Bandwidth optimization	Bandwidth is not optimized
Reduction in Congestion and Improved throughput	Congestion occurs
Stateful data Plane	Stateless data plane
Adaptive forwarding	Non Adaptive forwarding
FIB, PIT, CS	FIB
Content Distribution Handled efficiently	Inefficient content Distribution
Not Host Centric	Host Centric
Multipoint to Multipoint	Point to Point
Existing Routing Protocols	Existing Routing Protocols Based on Address Prefix
Broadcast based On Name Prefix	

결과. 대상 IP 주소를 사용하는 패킷은 IP에서 종단 호스트를 식별하는 반면 NDN 패킷은 CN(콘텐츠 이름)을 사용합니다. IP 패킷을 전달하려면 IP 접두사가 필요하지만 INTEREST 패킷을 전달하기 위해 NDN에서 이름 접두사가 사용됩니다. 루프 없는 IP 경로를 제공하는 것은 라우팅 프로토콜에 따라 다르지만 NDN에서는 CN 및Nonce 필드만으로도 루핑을 제거하기에 충분합니다.

패킷이 IP 라우팅 테이블에 문서화되지 않기 때문에 IP 전달은 상태 비저장이고 NDN 전달은 상태 저장입니다. 그러나 NDN 라우터는 전체 수명 동안 통과하는 모든 INTEREST 패킷의 기록을 유지합니다. 데이터 플레인 성능은 INTEREST NACK, PIT 및 RTT 계산을 통해 NDN에서 지속적으로 관찰됩니다. 반면에 IP는 상태 비저장 전달 및 단방향 트래픽 때문에 이를 관찰할 수 없습니다. 패킷 포워딩의 실체는 일관된 라우팅 테이블을 필요로 하는 인터넷 라우팅 프로토콜에 의해 처리되므로 대규모 네트워크에서 높은 오버헤드가 발생합니다. NDN에서 오류는 나가는 라우터 인터페이스에서 주기적인 패킷 프로빙을 통해 전달 전략을 통해 로컬로 처리됩니다. 인터넷에서 IP 패킷은 임의의 경로를 따라 목적지에 도달하므로 혼잡이 발생합니다. 명시적인 정체 제어 전략은 IP에 제시되는 반면 NDN에서는 정체가 라우터에 의해 제어됩니다. [66]에서는 Palapa Ring 네트워크의 NDN 및 IP 기반 네트워크에 대한 포괄적인 비교를 지연, 처리량 및 패킷 드롭이라는 세 가지 메트릭으로 설명합니다. 여기서 IP는 글로벌 상호 연결을 위한 모든 기능을 구현하고 NDN은 콘텐츠를 가져오는 주소 대신 콘텐츠에 집중하는 완전히 새로운 아키텍처입니다. 이 비교는 현재 인터넷 아키텍처와 미래의 NDN 인터넷 아키텍처 간의 아키텍처, 기능 및 포워딩 전략의 차이에 대한 포괄적인 연구를 제공합니다. 인터넷 IP와 NDN의 한계와 차이점은 표 1에 요약되어 있습니다. [66]에서는 Palapa Ring 네트워크의 NDN 및 IP 기반 네트워크에 대한 포괄적인 비교를 지연, 처리량 및 패킷 드롭이라는 세 가지 메트릭으로 설명합니다. 여기서 IP는 글로벌 상호 연결을 위한 모든 기능을 구현하고 NDN은 콘텐츠를 가져오는 주소 대신 콘텐츠에 집중하는 완전히 새로운 아키텍처입니다. 이 비교는 현재 인터넷 아키텍처와 미래의 NDN 인터넷 아키텍처 간의 아키텍처, 기능 및 포워딩 전략의 차이에 대한 포괄적인 연구를 제공합니다. 인터넷 IP와 NDN의 한계와 차이점은 표 1에 요약되어 있습니다. 및 패킷 드롭; 여기서 IP는 글로벌 상호 연결을 위한 모든 기능을 구현하고 NDN은 콘텐츠를 가져오는 주소 대신 콘텐츠에 집중하는 완전히 새로운 아키텍처입니다. 이 비교는 현재 인터넷 아키텍처와 미래의 NDN 인터넷 아키텍처 간의 아키텍처, 기능 및 포워딩 전략의 차이에 대한 포괄적인 연구를 제공합니다. 인터넷 IP와 NDN의 한계와 차이점은 표 1에 요약되어 있습니다.

III. 애플리케이션에 대한 네트워크 설계

무선 ad hoc 네트워크는 일종의 분산형 무선 네트워크입니다. 인프라 무선 네트워크의 액세스 포인트 및 유선 네트워크의 라우터와 같은 기존 인프라에 의존하지 않기 때문에 이 네트워크를 'Ad Hoc 네트워크'라고 합니다. 각 노드는 포워딩 및 라우팅 프로세스에 참여하므로 포워더 노드의 결정은

라우팅 알고리즘과 네트워크 연결성을 기반으로 동적으로 만들어집니다[12]. Ad Hoc 네트워크는 배포 및 효율성에 영향을 줄 수 있는 다양한 시나리오에서 기술적 문제에 직면할 수 있습니다. 신호 전파는 경로 손실, 간섭 다중 경로 색도잉 및 페이딩 효과와 같은 손상에 의해 악영향을 받을 수 있습니다. 이러한 손상은 패킷 오류 및 패킷 손실을 초래할 수 있을 뿐만 아니라 메시지 배포 제어에 영향을 줄 수 있습니다. 브로드캐스트 무선 채널은 패킷 중복 및 충돌 문제를 경험할 수 있습니다. 분산 채널 액세스는 무선 네트워크에서 캐리어 센싱을 기반으로 하며, 처리량 변화에 따라 노출된 단말과 숨겨진 단말에서 문제가 발생할 수 있습니다. 다중 훙 동적 시나리오도 이를 경험할 수 있습니다. 토플로지 변경은 발신 네트워크 분할 및 라우팅 성능에 영향을 미칠 수 있습니다. 뿐만 아니라 제한된 리소스의 부정적인 영향과 함께 불량하고 주기적이며 일시적인 연결을 초래합니다. 이 백서에서는 네 가지 유형의 무선 네트워크에 대해 설명합니다.

1. 모바일 애드혹 네트워크(MANET)
2. 무선 센서 네트워크(WSN)
3. 차량 애드혹 네트워크(VANET)
4. WNM(무선 메시 네트워크)

무선 모바일 Ad Hoc 네트워크는 노드가 자유롭게 이동하는 동적 및 자체 구성 네트워크입니다. VANET에는 차량과 도로변 장비 간의 통신이 있습니다. 각 노드는 다른 모든 노드에 완전히 연결되어 "메시"를 형성합니다. Google Home, Google On Hub 및 Google Wi-Fi는 Wi-Fi 메시 네트워킹을 지원합니다. 온도, 소음, 기압, 습도 등 명시적인 매개변수와 연결된 정보는 센서 장치를 통해 수집됩니다.

설문 조사 보고서에서 다양한 무선 네트워크에서의 포워딩에 대한 포괄적인 연구 작업을 제시했습니다. Flooding 기반 포워딩 전략, 인식 포워딩 전략, 에너지 효율적인 포워딩 전략 및 혼잡 제어 포워딩 전략에 대해 문서에서 자세히 논의했습니다. 먼저 NDN 기반 MANET에서의 포워딩 전략과 비교 분석에 대해 종합적으로 살펴보겠습니다. 그런 다음 각각 NDN 기반 VANET, WSN 및 Wireless Mesh Network에서의 포워딩에 대해 논의했습니다. 인식 포워딩 전략 및 플러딩 기반 포워딩 전략의 설계는 모든 네트워크에 필요합니다. 에너지 효율적이고 혼잡을 인식하는 포워딩 전략은 에너지 제약이 있는 네트워크에서 노드의 조밀하고 급한 배포로 인해 MANET, WSN 및 무선 메시 네트워크에 도움이 될 수 있습니다.

모든 종류의 무선 네트워크에 대한 일반적인 포워딩 전략을 설계할 수 있는지에 대한 질문이 있어야 합니다. 그러면 답은 '아니오'입니다. 모든 무선 및 ad hoc 네트워크에는 고유한 설계 원칙이 있습니다. 따라서 모든 네트워크에 대한 일반적인 전달 메커니즘을 설계할 수는 없습니다. 에너지 효율적인 포워딩 전략을 지원하는 일부 네트워크가 있습니다. 일부 네트워크에는 이동성 문제가 있습니다. 자세한 논의는 다음과 같다.

이동성은 MANET, VANET, WSN 및 Mesh 네트워크에 대한 일반적인 포워딩 전략을 집합적으로 설계하는 데 문제가 됩니다. MANET에서 노드는 인프라가 적고 모바일입니다. MANET에서 노드의 이동성은 가변적이지만 대부분의 경우

이동성이 낮은 노드가 있습니다. 다른 이동성 패턴은 네트워크 성능에 영향을 미칩니다. VANET에서 빠른 이동성 시나리오는 MANET과 비교하여 다른 종류의 전략이 필요합니다. 빠르게 움직이는 차량은 효율적인 데이터 전달을 위해 다른 차량 및 도로변 장치와 연결되어야 합니다. WSN에서 센서 노드는 이동형일 뿐만 아니라 고정형입니다. 따라서 MANET 및 VANET으로 WSN을 지원하는 전략을 제안할 수 없습니다. 메시 네트워크의 이동성 시나리오도 다릅니다.

모바일 및 센서 노드의 에너지 및 전력은 모든 종류의 무선 네트워크에 대한 일반적인 포워딩 전략을 설계하는 또 다른 문제입니다. MANET의 노드는 에너지 제약이 있지만 WSN의 센서 노드 배치가 밀도가 높아 에너지 제약이 더 큽니다. 이러한 대규모 배치 후 센서 노드의 전력 소비는 심각한 문제입니다. 센서 네트워크에서 배터리를 충전하거나 교체하는 것은 불가능합니다. 따라서 에너지 및 전력 효율적인 센서 노드의 설계는 네트워크의 전반적인 효율성을 향상시키는데 중요합니다. VANET 시나리오에서 배터리 배치는 에너지 문제를 줄입니다. 무선 메쉬 네트워크는 또한 에너지 제약이 있습니다. 어떤 경우에는 에너지 임계값 제한이 에너지 소비를 처리할 수 있는 반면, 어떤 경우에는 에너지 효율을 위해 에너지 하베스팅 기술이 사용됩니다. 그래서, MANET, VANET, WSN 및 Mesh 네트워크에 대한 일반적인 포워딩 기술을 집합적으로 설계하는 것은 상당히 어렵습니다. 에너지 효율적인 포워딩 전략은 MANET과 WSN에 가장 큰 혜택을 줍니다.

적응성과 연결성은 일반적인 포워딩 전략 설계와 관련된 또 다른 문제입니다. 노드의 실패, 이동, 결합 또는 종료 후 센서 노드의 토플로지 및 밀도 변경에 대한 적응성을 지원해야 합니다. MANET 및 VANET의 모바일 노드는 토플로지와의 연결을 빠르게 연결하고 제거합니다. VANET 토플로지의 급속한 변화로 인해 MANET, WSN 및 Mesh 네트워크에 비해 관리가 더욱 어려워졌습니다.

혼잡 제어 전략은 MANET, WSN 및 메쉬 네트워크를 위해 설계될 수 있지만 VANET 시나리오에서는 혼잡을 제어하는 포워딩 전략이 필요하지 않습니다. 차량은 제한된 시간 동안 네트워크에 연결한 다음 네트워크 범위에서 멀어집니다. VANET에서 빠르게 움직이는 차량과 빠르게 변화하는 토플로지는 혼잡 가능성 줄입니다.

MANET, VANET, WSN 및 WMN의 포워딩 전략은 섹션 V-VIII에서 비교 분석과 함께 논의됩니다. 또한 모든 네트워크와 모든 유형의 전략을 고려하고 어느 것이 어떤 네트워크에 적합한지 표시하고 포워딩 섹션의 끝에서 가장 잘 수행되는 포워딩 전략을 표시합니다. 표 VI는 적합성과 최고 수행 전략의 요약을 제시합니다.

IV. 애플리케이션 기반 NDN 기반 MANET

MANET(Mobile Ad Hoc Network)은 그림 5와 같이 지속적으로 자체적으로 구성되고 무선으로 연결되며 인프라가 없는 모바일 장치 네트워크입니다. 빠르게 변화하는 토플로지에서 패킷 손실. INTEREST 메시지 범람은



그림 5. 모바일 애드혹 네트워크.

정체 및 패킷 중복 문제를 일으킬 수 있는 MANET의 유망한 연구 문제. 포워딩 프로세스에 노드가 자주 참여하면 남은 에너지가 제한되어 조기에 노드가 제거됩니다. VANET, 스마트폰 ad hoc 네트워크 및 인터넷 기반 MANET은 MANET의 몇 가지 유형입니다 [5].

모바일 장치 및 애플리케이션의 증가는 MANET의 중요성을 부추깁니다. NDN-MANET의 분산형 아키텍처는 통신을 보다 강력하고 유연하며 효율적으로 만듭니다. 분산형 네트워크는 일반적으로 중앙 집중식 네트워크에 비해 중계 정보의 다중 흡 방식으로 인해 더 견고하고 효율적입니다. 예를 들어 기지국이 셀룰러 네트워크 설정에서 작동을 중지하면 적용 범위가 떨어집니다. MANET에서는 다중 경로 가용성으로 인해 단일 장애 지점이 감소합니다. MANET은 모바일 노드가 있는 모든 곳에서 생성할 수 있으며 더 많은 노드를 쉽게 설치할 수 있어 확장성이 향상됩니다. MANET에서도 관리 비용을 낮추는 인프라를 구축할 필요가 없습니다. 콘텐츠와 정보의 중요성으로 인해 NDN-MANET 통신의 사용은 군사 분야뿐만 아니라 공공 부문에서도 광범위하게 고려됩니다. 응용 시나리오 중 일부는 [13]에서와 같이 논의됩니다.

군사 부문의 애플리케이션 시나리오에는 군인, 본부 및 기지국 간에 유용하고 효율적인 실시간 통신을 생성하는 것이 포함되며 장비는 컴퓨팅 장치로 활성화됩니다. 지진, 화재, 홍수, 범죄 등과 같은 비상 시나리오에서 지원 기관의 에너지와 자원을 사용하면서 시의적절하고 빠른 커뮤니케이션이 필요합니다. 통신 및 정보 공유를 위한 홈 애플리케이션과 같은 낮은 수준의 애플리케이션 시나리오와 경기장 및 택시와 같은 혼잡한 환경은 효율적인 정보 전달이 필요합니다. 센서 네트워크와 관련된 데이터 네트워크 및 애플리케이션 시나리오도 중요하며 효과적이고 우수한 데이터 전달이 필요합니다.

NDN의 전달 전략은 여러 전달 옵션을 효율적으로 사용하고 INTEREST 패킷을 전달하기 위한 최상의 인터페이스를 선택하는 방법을 결정합니다. 포워딩 전략의 설계는 네트워크 환경과 컨텍스트에 따라 다릅니다. 이 섹션에서는 NDN 기반 MANET의 전달 및 라우팅 전략에 대해 설명합니다. NDN-MANET의 포워딩 전략에 대한 포괄적인 프레젠테이션이 그림 6에 나와 있습니다.

우리는 NDN 기반 MANET을 위한 포워딩 전략을 5가지로 분류했습니다.

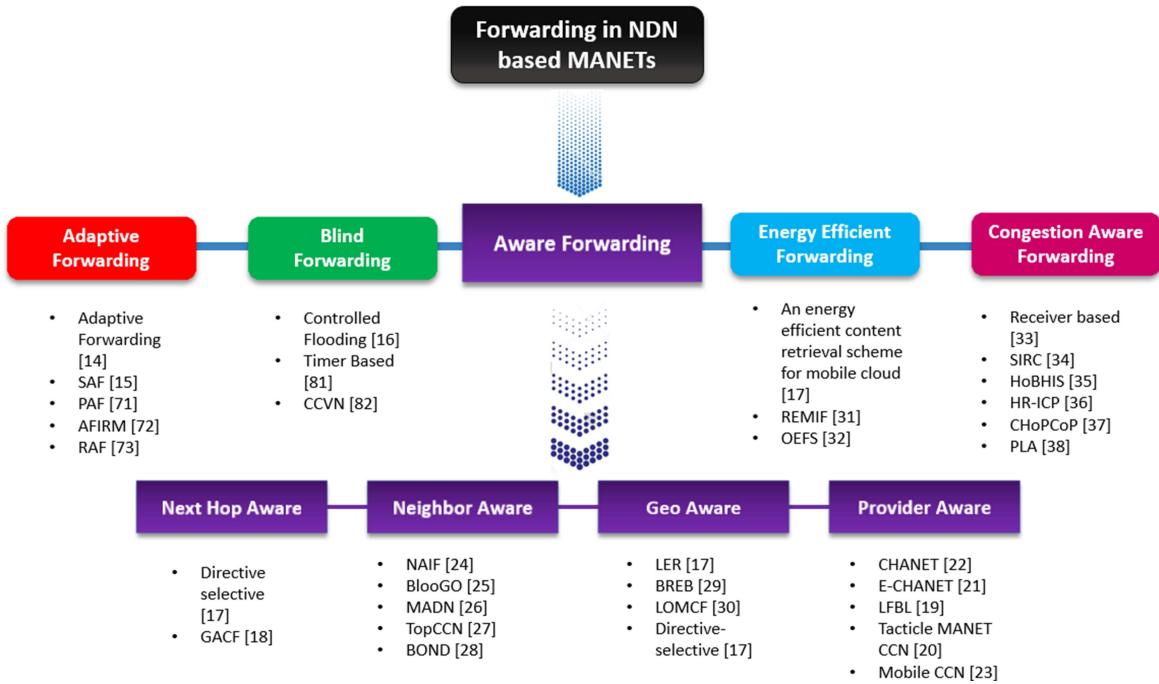


그림 6. NDN 기반 MANET의 포워딩 전략.

1. 적응형 포워딩
2. 블라인드 포워딩
3. 인식 전달
4. 에너지 효율적인 포워딩
5. 혼잡 제어 포워딩

적응형 전달에서는 DATA 패킷에 대해 가능한 최상의 경로가 검색됩니다. 블라인드 포워딩에서는 플러딩 메커니즘이 활용됩니다. 여기서 INTEREST 및 DATA 패킷은 네트워크 전체에 넘쳐납니다. 인식 전달에서 INTEREST 및 DATA 패킷은 이름에서 알 수 있듯이 다음 흡, 이웃 노드, 네트워크, 패킷이 통신하는 컨텍스트, 위치, 에너지 및 공급자 노드와 같은 많은 것을 인식합니다. 혼잡 제어 포워딩은 플러딩으로 인한 네트워크의 혼잡을 완화합니다.

A. 적응형 포워딩

[14]에서 저자는 지능형 및 적응형 데이터 포워딩 플레인을 구축합니다. 적응형 포워딩은 가능한 최상의 경로를 통해 DATA 패킷 검색을 보장하고 성능도 강조합니다. 전달 프로세스 중에 정체와 같은 가능한 모든 문제를 감지합니다. 이 전략에는 NACK 필드가 도입되었습니다. NACK은 INTEREST 패킷과 동일한 이름으로 포워딩에 문제가 있는 경우 NACK(Congestion, No Path) 발생 이유를 설명하는 오류 코드와 함께 다운스트림 노드로 반환됩니다. PIT는 데이터 그램 전달 상태를 유지하고 수신 및 발신 인터페이스로 각 이름에 대한 항목을 생성합니다. FIB 항목에는 여러 인터페이스의 순위 목록과 적응형 전달 결정의 라우팅 정보가 포함되어 있습니다. 이 어댑티브 포워딩에는 간단한 색 구성표가 사용됩니다. 새 FIB 항목이 생성되면 인터페이스 상태가 노란색이 됩니다. DATA가 있으면 녹색으로 바뀝니다.

현재 해당 인터페이스에서 다시 흐르고 있습니다. 보류 중인 관심으로 RTT가 시간 초과되면 노란색으로 바뀝니다. 실패 시 NACK을 수신하면 빨간색으로 바뀝니다. FIB 항목은 상황에 따라 포워딩 전략을 선택하기 위해 순위가 매겨집니다. INTEREST와 DATA 간의 일대일 흐름 균형은 혼잡 제어에 도움이 됩니다. 재전송 및 새로운 INTEREST, 능동적인 인터페이스 프로토콜 및 INTEREST NACK은 적응형 전달에서 논의됩니다.

새로 도착한 INTEREST에 대한 PIT 항목이 없는 경우 라우터는 새 PIT 항목을 만들고 이를 접두사에 대해 사용 가능한 가장 높은 순위의 녹색 인터페이스를 사용하여 INTEREST를 전달합니다. 그렇지 않으면 노란색 인터페이스가 사용됩니다. 다른 경우에 INTEREST가 PIT에서 일치하지만 nonce가 일치하지 않으면 INTEREST는 재전송으로 간주됩니다. 포워딩 라우터는 성공할 때 까지 또는 타이머가 만료될 때까지 NACK가 수신될 때마다 대체 인터페이스를 탐색한 다음 대체 경로를 탐색하도록 설정합니다. 작업 경로 또는 더 나은 성능을 가진 경로와 관련하여 노란색 인터페이스를 조사하는 것도 중요합니다. 프로토콜은 대체 경로에 대한 정보의 성능 및 가용성을 제공하고 중복 데이터도 검색합니다. 적응형 전달은 혼잡 제어, 링크 실패 및 접두사 하이제킹 문제를 즐겁게 할 수 있습니다.

SAF(Stochastic Adaptive Forwarding)[15]는 자가 제어식 수도관 시스템을 에뮬레이트하고 네트워크를 통해 INTEREST를 지능적으로 분배 및 안내하고 병목 현상 및 링크 장애를 방지하는 새로운 목적의 전달 전략입니다. 과압은 혼잡한 노드를 활성화하고 별도로 압력을 낮추는 작업을 수행합니다. 암시적 피드백 메커니즘을 통해 혼잡한 노드를 통해 전달되는 트래픽 비율의 감소가 보장됩니다. SAF는 INTEREST 만족도를 높임으로써 최근 전략을 능가합니다. SAF는 삭제될 가능성이 있는 요청을 리디렉션하여 로컬 환경을 탐색합니다.

[71]의 확률 인식 전달(PAF)은 NDN 맥락에서 Ant Colony 최적화를 최적화하는 또 다른 적응형 전달 전략입니다. 패킷을 전달하기 위해 얼굴이 확률적으로 선택됩니다. 얼굴의 성능을 조사하는데 사용되는 INTEREST 및 DATA(예: 지연). 이 방법을 통해 지연 최소화 및 자동 로드 밸런싱이 이루어집니다. 네트워크 상태에 따라 적응적으로 변화하는 패킷 전송에는 통계적 모델이 사용됩니다.

[72]의 AFIRM(Adaptive Forwarding based Link Recovery for Mobility Support)은 데이터 가용성 및 이동성 문제를 해결하는 적응형 포워딩 기반 포워딩 전략입니다. AFIRM은 NDN 아키텍처를 위한 완전히 분산된 적응형 콘텐츠 기반 알고리즘입니다. AFIRM은 생산자 이동성으로 인한 패킷 손실을 줄입니다.

[73]에서 적응형 전체론적 포워딩 전략은 지연, 대역폭, 로드 및 안정성과 같은 메트릭을 사용합니다. 신뢰성 지표는 합법적인 데이터를 얻기 위한 신뢰성과 안정성을 정의합니다. [73]에서 제안한 전달 전략은 안정적인 메시지 전달을 가능하게 합니다.

B. 블라인드 포워딩

플러딩은 무선 방식으로 INTEREST 패킷을 보내는 가장 간단하고 쉬운 방법입니다. Flooding은 네트워크에서 콘텐츠를 공유하는데 도움이 됩니다. 플러딩에서 하나의 노드는 명시적인 요청 없이 모든 노드에서 들어오는 INTEREST 데이터를 검사할 수 있으므로 전송 및 에너지 제어 횟수를 줄여듭니다. 브로드캐스트 스트림을 없애기 위해서는 플러딩을 매우 신중하게 처리해야 합니다. 패킷 충돌 및 중복성을 제어하기 위한 분산 패킷 개발 메커니즘 및 기술이 문헌에 나와 있습니다. 물론 기반 무작위, 거리 기반 또는 순전히 무작위 연기 체계를 구현할 수 있습니다.

블라인드 및 제어된 플러딩은 패킷 충돌 또는 패킷 중복성이 없음을 확인하지 않았습니다. 블라인드 포워딩은 브로드캐스트 스트리밍 문제를 일으킵니다. 그러나 패킷 충돌은 여전히 블라인드 포워딩에서 처리할 수 없는 문제입니다. 이러한 문제를 피하기 위해 인식 전달 기술이 사용됩니다[16].

타이머 기반 패킷 억제 전략은 패킷 전달 성능 향상을 위해 [81]에서 논의됩니다. 이 기술의 기본 개념은 오버헤드된 동일한 패킷을 채널에서 삭제하는 것입니다. 이웃별 상태를 유지하는 것보다 토플로지 기반 라우팅이 선호됩니다. CCVN[82]도 블라인드 포워딩 기술인 반면, 특히 VANET을 지원합니다.

C. 인식 전달

인식 전달은 다른 범주로 더 분류될 수 있습니다. 이 분류는 다음 홉, 이웃, 위치 및 거리에 따라 다릅니다.

1. 다음 홉 인식 포워딩
2. 공급자 인식 포워딩
3. 이웃 인식 전달
4. 지리 인식 포워딩

Next-hop Aware Forwarding에서 Interest는 다음 hop으로 브로드캐스트되고 가장 먼 노드가 릴레이로 선택됩니다.

마지 Neighbor Aware Forwarding에서 노드는 다른 이웃 노드의 현재 상태를 고려하여 통신합니다. 중복 메시지 및 플러딩은 인접 인식 전달을 사용하여 제어할 수 있습니다. 공급자 인식 전달에서 소비자는 둘 이상의 소스에서 콘텐츠를 가져옵니다. 따라서 선택은 공급자의 최상의 콘텐츠 검색 성능을 기반으로 합니다. 지리적 인식은 패킷 포워딩을 위해 제안된 방향 선택적 포워딩 방식입니다.

1) 다음 홉 인식:[17]에서 Consumer는 방향 선택 전달에서 INTEREST를 한 홉 이웃과 각 사분면에서 릴레이 노드로 가장 멀리 선택된 노드로 브로드캐스트합니다. 2개의 추가 패킷(CMD, ACK)은 발신자와 중간 포워더인 노드와 그 이웃 간에 홉별로 교환됩니다.

GACF(Greedy Ant Colony Forwarding)[18] 알고리즘은 두 종류의 개미를 사용하여 모든 라우팅 및 전달 최적화를 진행합니다. INTEREST 및 DATA 개미는 사용되는 패킷입니다. Consumer가 생성한 data normal 패킷과 라우터가 생성한 Hello 패킷 수신 시 포워딩 및 라우팅 정보를 수집하기 위해 두 종류의 패킷이 사용된다. Hello 패킷은 일반 패킷의 경로를 최적화하고 라우팅하는 역할을 합니다. 다음 홉 선택은 탐욕적인 접근 방식을 사용하여 개미에 의해 수행됩니다. Nexthop은 현재 네트워크 상태를 업데이트하고 새로운 경로를 찾을 수 있도록 Hello ant에 의해 확률적으로 선택됩니다. GACF는 네트워크 정체, 링크 장애 및 동적 네트워크 토플로지의 영향을 적응적으로 줄이는 QoS 인식 포워딩 알고리즘입니다.

2) 공급자 인식 전달: PAF[19]는 주로 LFBL 및 E-CHANET[21] 프로토콜과 같은 거리 인식 전달 기술을 기반으로 합니다. 소비자가 둘 이상의 소스에서 콘텐츠를 얻는 경우 최고의 성능을 제공하는 공급자를 기준으로 선택됩니다. 메커니즘은 둘 이상의 공급자가 있는 경우 하나의 공급자에게 허용 명령을 보내는 것입니다. 허용 명령을 수신한 후 공급자는 소비자에게 회신을 보냅니다. 회신이 둘 이상의 출처에서 온 경우 소비자는 하나의 최상의 제공자에게 회신합니다.

LFBL(Listen First Broadcast Later)[19]은 PIT, CS 및 FIB의 세 종류의 테이블을 포함하는 일반적으로 사용되는 NDN 아키텍처 없이 원래 데이터 중심 주소 지정을 사용하는 다중 홉 무선 네트워크용으로 고안된 포워딩 전략입니다. 제안된 전달 전략 설계에는 PIT, FIB 및 CS 테이블이 없습니다. 통신 종단 노드와 통신에 참여하는 각 노드 간의 거리 정보를 유지하는 설계에는 DT(Distance Table)라는 유일한 필수 데이터 구조가 사용됩니다. 세 가지 패킷 유형, 즉 REQ, REP 및 ACK가 LFBL에 의해 활용됩니다. 콘텐츠 요청(REQ)은 INTEREST 패킷으로 사용되고 콘텐츠 응답(REP)은 DATA 패킷으로 사용됩니다. 공급자 선택은 승인(ACK) 필드로 확인됩니다. 데이터 검색 프로세스는 REQ의 제어된 플러딩에서 시작됩니다. 사용 가능한 모든 공급자를 검색합니다. 공급자를 확인하기 위해 ACK 패킷이 전송됩니다. 이후 거리 기반 포워딩 전략이 활성화되어 각 중간 노드별로 DT를 확인하여 포워딩을 결정합니다. LFBL 통신 메커니즘은 그림 7에 나와 있습니다.

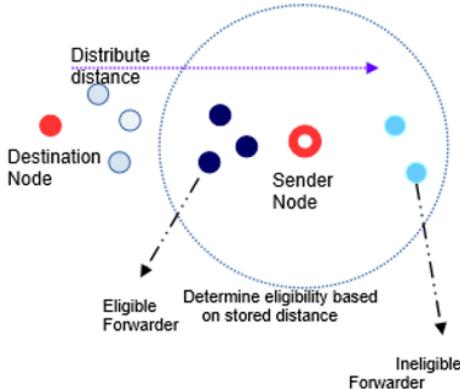


그림 7. 먼저 듣고 나중에 방송하십시오 [19].

전술적 MANET CCN[20]은 (1) 콘텐츠 푸시 및 (2) 콘텐츠 플링의 두 가지 유형의 라우팅 체계를 제공합니다. 콘텐츠 이름을 포함하는 INTEREST는 데이터를 얻기 위해 노드에서 도메인 및 이웃의 게이트웨이로 전송됩니다. DATA가 전송된 노드는 해당 INTEREST를 수신하면 자신의 콘텐츠 소스를 찾아 INTEREST가 도착한 동일한 인터페이스를 사용하여 콘텐츠 패킷을 확산시킨 후 패킷을 버립니다. 노드는 일치하는 데이터가 없는 경우 통신하는 모든 INTEREST의 레코드를 유지하는 INTEREST 테이블을 확인합니다. 또 다른 경우 메타데이터 레지스트리는 INTEREST의 재방송에서 항목 결과를 조회하고 일치시킵니다. 메타데이터 레지스트리에 일치하는 항목이 없으면 DATA가 해당 도메인 게이트웨이로 전달됩니다. INTEREST 테이블에는 도착한 인터페이스와 전송된 인터페이스를 포함하는 중계된 패킷에 대한 정보가 기록된다. 요청된 DATA와 동일한 경로를 따릅니다. MANET CCN에는 제어 패킷을 사용하는 패킷 충돌 방지 메커니즘이 있습니다.

E-CHANET[21]은 또한 제안된 제공자 인식 포워딩 전략입니다. E-CHANET은 채널 비신뢰성, 동적 네트워크 토플로지 및 브로드캐스트 스톰 완화 문제를 대상으로 하는 동시에 안정성, 에너지, 효율성 및 금리 제어에 중점을 둡니다. 카운터 기반 억제 메커니즘은 패킷 충돌 가능성을 줄이고 브로드캐스트 스톰을 제한하는 패킷 전달에 사용됩니다. 세 개의 추가 필드가 INTEREST 패킷 형식으로 확장됩니다. 여기서 흡수에는 통과한 흡수가 포함되고 sProVID에는 공급자 ID가 포함되며 Dp에는 소비자에서 공급자까지의 거리 행렬이 포함됩니다. INTEREST 패킷에서와 마찬가지로 4개의 추가 필드가 DATA 패킷 흡수 카운트에도 존재합니다. Rate 정보는 전송 속도를 업데이트하고 ProVID는 공급자 노드의 ID를 포함합니다. DC에는 소비자 노드까지의 거리 기록이 포함됩니다. E-CHANET의 라우팅 및 전달 프로세스에는 INTEREST 패킷의 제어된 플러딩, DATA 패킷 전달을 처리하는 소프트 상태 PIT 항목, 소프트 상태 CPT 항목에 의해 구동되는 INTEREST 패킷 전달의 세 가지 단계가 포함됩니다.

CHANET[22]은 비연결 계층 설계로 IEEE 802.11 위에 구축된 콘텐츠 중심 MANET입니다. CHANET은 콘텐츠 기반 라우팅 및 전송을 제공합니다.

IP를 고려하지 않고 토플로지 변형 및 높은 이동성에 대처하기 위해 CHANET은 소스 및 대상 IP 주소가 아닌 콘텐츠 이름에 의존합니다. 브로드캐스팅 패킷으로 인해 단순성, 견고성 및 가용성이 보장됩니다. CHANET의 오버헤드 패킷은 충돌 및 확장성 문제를 해결하는 이점을 제공합니다. 각 수신 노드에서 이웃 노드와의 명확하고 명시적인 신호 교환 없이 포워딩 결정이 내려집니다. 시퀀스 제어 및 재전송은 이 메커니즘에서 구현됩니다. 소비자 및 제공자 이동성을 위해 CHANET에서 구현되는 몇 가지 기술이 있습니다.

모바일 CCN[23]은 제공자 노드가 이름 접두어를 브로드캐스트하는 기본 능동적 체계입니다. 그 후 모든 노드는 FIB를 유지합니다. 중간 노드는 콘텐츠가 공급자와 일치하고 요청한 위치에서 돌아올 때까지 모든 노드에 INTEREST 요청을 브로드캐스트합니다. 이 체계는 소규모 콘텐츠 전달에 적합할 수 있습니다.

3) 이웃 인식 전달: NAI[24]는 견고성을 유지하고 플러딩의 오버헤드를 줄이는 적응형 전파 메커니즘입니다. NAI의 모든 전송은 브로드캐스트됩니다. 보낸 사람이 서로 숨겨져 동일한 패킷을 보내는 경우 혼잡 및 충돌 문제가 발생할 수 있습니다. NAI는 전송을 제어하고 숨겨진 터미널에 의한 불필요한 전달을 완화합니다. NAI는 또한 전달 속도를 제어합니다. 노드가 삭제한 INTEREST 패킷에 해당하는 DATA 패킷을 보내는 이웃 노드를 들으면 전달 속도가 낮아집니다. 노드가 너무 많은 INTEREST 패킷을 삭제했음을 감지하면 전달 속도가 증가합니다. 이러한 방식으로 충돌 및 혼잡을 처리할 수 있습니다.

BlooGo [25], 가십 알고리즘은 네트워크 전체에 메시지를 전달하기 위해 최소한의 전송 횟수를 취합니다. 문제가 있는 네트워크에서 가십 알고리즘은 메시지를 전달하는 효과적이고 강력한 방법을 염니다. 노드 간 전달 메커니즘은 목적지에 도달할 때까지 사용됩니다. BlooGo는 MANET뿐만 아니라 센서 환경에서도 사용할 수 있습니다. 응용 프로그램은 BlooGo를 채택하여 한 호스트에서 여러 호스트로 메시지를 유능하게 보낼 수 있습니다. BlooGo는 패킷에 대상에 대한 정보가 없을 때 유용하기 때문에 임베디드 및 센서 환경에 이상적입니다. 두 개의 블루 페터를 비교하고 산술 연산만 사용할 때마다 에너지 사용량을 줄이고 전송 횟수를 줄입니다. BlooGO에서는 중간 노드는 수신자와 발신자의 이웃 비교를 기반으로 전달 결정을 내립니다. 중복이 없도록 하기 위해 패킷은 단일 흡수 광고에 관여하지 않는 인접 노드로 전달됩니다.

임시 무선 콘텐츠 배포를 위한 MADN(Multipath Ad-hoc Data Network)[26]은 깨끗한 슬레이트 프로토콜입니다. MADN은 다중 경로 DATA 전달 및 원활한 경로 중복성을 권장합니다. 무선 매체에서 다중 소스 DATA 전달의 이점을 활용하고 패킷 순서의 균형을 맞추기 위해 MADN은 속도가 없는 인코딩된 DATA 패킷을 사용합니다. MADN은 BlooGo 알고리즘[25]을 사용하는데, 이는 DATA 전달 중에 흡수 이동이 적다는 이점을 제공하고 다른 경로는 최단 뒤로 활성화되도록 유지합니다. MADN은 이웃 인식 포워딩 기술이기도 합니다.

TOP-CCN[27]은 브로드캐스트 스톰 문제에 대처하고 MANET에서 콘텐츠 전달 안정성을 향상시키기 위해 설계된 이웃 인식 포워딩 전략이다. 능동적 MANET 라우팅 프로토콜은 콘텐츠의 효율적이고 강력한 검색을 보장하는 데 사용됩니다. 콘텐츠 발표(CA) 패킷은 이웃 및 발신자 접두사 정보를 포함하는 TOP-CCN의 모든 노드에서 주기적으로 브로드캐스트됩니다. 얼굴 정보의 정밀도를 향상시키기 위해 모든 노드는 때때로 1홉 및 2홉 이웃 정보를 포함하여 FIB 테이블을 업데이트합니다. 3개의 노엘 알고리즘, MPR, PMPR 및 플러딩 범위 제어는 패킷 플러딩을 줄이기 위해 TOP-CCN에서 사용됩니다. TOP-CCN의 INTEREST 및 DATA 패킷에는 세 개의 확장 필드가 있습니다. Consumer와 Sender의 고유 ID와 Consumer와 Provider 간의 거리를 나타내는 ID 필드는 예상 흡수 저장되며 흡 수는 패킷이 이동한 흡 수를 유지합니다. 플러딩 범위를 줄이기 위해 릴레이 노드와 발신자에 의해 예상 흡수 업데이트됩니다. TOP-CCN에는 1홉 이웃과 2홉 이웃으로 두 개의 테이블을 정의하여 안정적인 콘텐츠 전달과 탐색을 보장합니다. 혼잡 및 충돌 문제를 줄이기 위해 TOP-CCN은 수신된 패킷을 만족시킬 수 있는 MPR 세트를 선택합니다. MPR은 또한 패킷 플러딩의 오버헤드를 완화하도록 선택합니다. FIB 및 PIT를 사용하여 콘텐츠 전달 및 요청을 위해 패킷이 플러딩됩니다. 제한된 INTEREST 패킷 및 콘텐츠 패킷 플러딩을 통해 플러딩 범위 제어 알고리즘을 사용하여 TOP-CCN의 성능을 저하시킵니다.

BOND[28]는 모바일 장치에 대해 제안된 포워딩 방식입니다. 전달 상태는 각 DATA 패킷의 BOND 헤더에 의해 유지됩니다. 노드가 패킷을 수신하면 전달 상태가 업데이트됩니다. 명확한 경로 설정 없이 통신에 참여하는 노드를 보여줍니다. 조정은 언제든지 잠재적 포워더가 될 수 있습니다. 수신자 측은 BOND의 모든 전달 결정을 담당합니다. 발신자는 단순히 이웃 노드를 향해 INTEREST를 브로드캐스트합니다. INTEREST 패킷이 노드에서 수신되면 노드는 적합한 전달자인지 또는 패킷을 목적지로 전달하는데 도움이 될 수 있는지 여부를 결정합니다. 예인 경우 수신 대기 시간이라고 하는 일정 시간 동안 대기하며, 이 시간 동안 주변을 엿듣고 노드 중 하나가 동일한 패킷을 전달하는지 확인합니다. 그렇지 않은 경우 패킷을 더 전달합니다. 요컨대, BOND에서는 두 가지 유형의 의사 결정이 이루어집니다.

1. 적격 포워더 선정
2. 채널을 듣기 위한 대기 시간
- 4) *자리 인식 포워딩/패킷 포워딩*을 위해 제안된 방향 선택적 포워딩 기법[17]으로, 송신자가 포워딩 전략을 결정한다. 발신자 노드는 평면을 4개의 동일한 사분면으로 나눈 다음 INTEREST를 희망 이웃 노드 중 하나로 전달합니다. 이웃노드는 ACK를 보내기 전에 모든 중복 요청을 확인하고 ACK를 보내는 동안 중복 횟수를 1로 만들고 같은 방식으로 보낸 사람에게 DATA ACK를 다시 보냅니다.

BREB(Best Route, Error Broadcast)[29]는 무선 ad hoc MANET의 또 다른 포워딩 기술입니다. BREB는 INTEREST와 DATA의 두 가지 유형의 패킷을 정의합니다. BREB의 각 노드는 PRT(Pending Request Table) 및 CPT를 유지합니다.

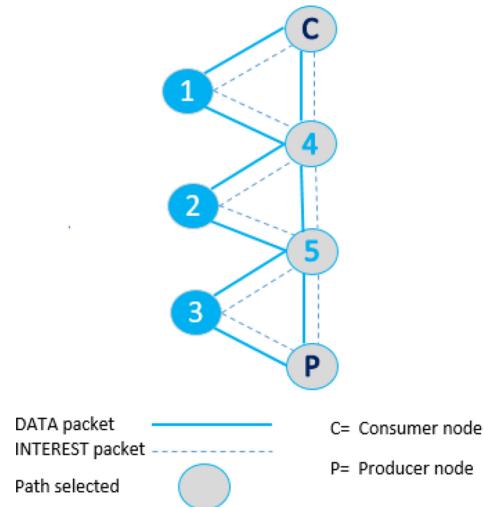


그림 8. 브렉 [29].

(콘텐츠 제공자) 거리 및 제공자 ID 필드가 표시되는 TTL과 함께. 만족되지 않은 요청은 PRT에 의해 기록되고 CPT는 응답 제공자의 정보를 보유합니다. BREB[29]의 기본 통신 프로세스에는 다음 세 단계가 포함됩니다.

1. 콘텐츠 검색
2. 최적 경로 상호 작용
3. 동적 라우팅 조정

BREB는 신호 오버헤드를 줄일 수 있는 최단 경로를 사용합니다. 최단 경로에서 고장이 발생한 경우 차선책이 대안으로 사용됩니다. 오류 복구 메커니즘은 BREB에도 있습니다. INTEREST 패킷이 요청으로 전송되면 Provider-ID가 특정 값으로 설정되고 TTL 필드가 0으로 설정된 모든 노드를 향해 플러딩됩니다. 노드가 패킷을 수신하면 TTL 필드가 1씩 증가합니다. 브로드캐스트 스톰 문제에 대처하기 위해 최대 흡수도 고려됩니다. 패킷이 중간 노드를 수신하면 항목에 대한 CPT 및 PRT 테이블을 확인합니다. DATA가 발견되면 INTEREST 헤더와 PIT의 정보가 DATA 헤더에 들어갑니다. TTL 값은 DATA에 거리로 설정되고 Provider ID는 Provider ID 필드에 입력됩니다. 그런 다음 이 실제 DATA 값이 삽입됩니다.

DATA가 수신되면 먼저 콘텐츠 저장소를 확인합니다. 사본이 있는 경우 패킷을 폐기합니다. 그런 다음 PRT가 확인되고 항목이 없는 패킷이 삭제됩니다. TTL의 값은 증가되어 Consumer에 도달할 때까지 다음 희망으로 전달됩니다. 컨슈머는 반응형 콘텐츠 제공자에 대한 정보를 얻고 콘텐츠 요청을 받으면 거리 측정에 따라 최적의 경로로 전송합니다. C-1-2-3-P 및 C-4-5-P와 같은 많은 경로에서 INTEREST 전파 가능성이 있습니다. BREB는 두 번째 것을 선택합니다. 그것이 가장 좋은 것이기 때문입니다. BREB는 최상의 경로와 오류 없는 방송을 촉진합니다. 전달 메커니즘은 그림 8에 나와 있습니다.

위치 인식 주문형 다중 경로 캐싱 및 전달(LOMCF)[30]은 다음을 위한 새로운 제안된 전달 전략입니다.

NDN 기반 MANET. LOMCF는 패킷 전달 과정에서 노드의 현재 위치를 고려하는 온디맨드 및 반응형 전달 메커니즘입니다.

LOMCF는 다중 경로 전달 기술을 사용하여 콘텐츠 검색 시간을 줄이고 패킷의 안정성을 높입니다. 거리 행렬을 사용하여 패킷의 중복을 줄이는 캐싱 정책도 이 체계에 포함되어 있습니다. 노드는 생산자 또는 소비자와의 거리가 더 낮은 경우에만 패킷을 생산자 또는 소비자에게 전달합니다. 불필요한 패킷 플러딩의 영향을 줄입니다. 노드의 남은 에너지도 전체 네트워크의 성능을 향상시키는 것으로 간주됩니다. LOMCF의 타이머 기반 전달은 패킷 충돌 가능성 줄입니다.

D. 에너지 효율적인 포워딩

MANET에서 통신에 참여하는 엔터티는 랩톱 및 휴대폰과 같이 에너지 제약이 있습니다. 에너지 효율적인 포워딩 전략에는 네트워크 효율성을 향상시키는 참여 노드의 에너지 소비를 줄이는 메커니즘이 있습니다.

REMIF[31]는 NDN 기반 MANET을 위해 새롭게 제안된 새로운 방식이다. REMIF는 INTEREST 패킷의 플러딩을 줄여 네트워크 효율성을 높입니다. 활성 NDN 노드의 잔여 에너지도 이 체계에서 고려되며 INTEREST 메시지 전달 메커니즘은 노드 에너지 상태에 의존합니다. REMIF의 메커니즘에 따라 발신자는 콘텐츠 이름과 함께 INTEREST 패킷을 보냅니다. INTEREST를 수신한 후 수신기 노드는 먼저 패킷이 만료되었는지 복제되었는지 여부를 식별합니다. 만료되었거나 복제된 INTEREST 패킷인 경우 패킷이 삭제됩니다. 그렇지 않은 경우 Content Store에서 데이터 가용성 및 노드 지연을 추가로 검사하여 데이터가 있는 경우 지연 시간을 확인합니다. 해당 지연 시간에 동일한 데이터를 수신하면 전송을 폐기합니다. 그렇지 않으면 DATA 패킷을 요청 소비자 노드로 다시 보냅니다. CS 및 PIT 항목 확인 후 CS 및 PIT에서 항목이 발견되지 않으면 릴레이 NDN 노드는 임계값 13%로 메시지의 에너지를 검사합니다. 이보다 낮은 에너지는 PIT 데이터 구조의 업데이트 및 전송 종료를 초래하는 반면 임계값 이상의 에너지는 지연 시간 동안 채널을 청취하는 노드로 이어집니다. 동일한 DATA 및 INTEREST 패킷이 수신되면 PIT 데이터 구조와 패킷 또는 INTEREST 메시지 전송을 모두 종료합니다. E-CHANET[21]과의 간략한 성능 비교도 이 논문에 설명되어 있으며 다른 기술과 비교할 때 REMIF의 뛰어난 결과를 제공합니다. 이보다 낮은 에너지는 PIT 데이터 구조의 업데이트 및 전송 종료를 초래하는 반면 임계값 이상의 에너지는 지연 시간 동안 채널을 청취하는 노드로 이어집니다. 동일한 DATA 및 INTEREST 패킷이 수신되면 PIT 데이터 구조와 패킷 또는 INTEREST 메시지 전송을 모두 종료합니다. E-CHANET[21]과의 간략한 성능 비교도 이 논문에 설명되어 있으며 다른 기술과 비교할 때 REMIF의 뛰어난 결과를 제공합니다.

모바일 클라우드 컴퓨팅의 성능을 향상시키기 위해 [17]에서 제안한 에너지 효율적인 콘텐츠 검색 기법. 이 제안된 방식은 MANET의 에너지 효율성과 확장성을 대규모로 향상시킨 것입니다. 이를 위해 방향 선택적 포워딩 방식이 사용된다.

명명된 데이터 무선 Ad Hoc 네트워크를 위한 주문형 에너지 기반 포워딩 전략 OEFS[32]는 통신 프로세스 동안 남아 있는 노드와 잔여 에너지 상태를 고려하는 프로토콜입니다. 이 프로토콜에는 두 가지 유형의 패킷이 포함됩니다. 각 노드 데이터 구조는 데이터가 있는 콘텐츠 저장소와 관심 정보로 구성됩니다.

테이블. OEFS는 이 접근 방식에 FIB가 없기 때문에 반응형 기술입니다. OEFS 프로토콜은 추가적인 제어 패킷이나 데이터 구조를 사용하지 않습니다. 노드가 INTEREST 패킷을 수신하고 노드가 위험 상태에 있을 때 노드는 해당 INTEREST 패킷을 전달하지 않고 패킷 플러딩을 줄이면서 수명을 늘리는 메시지를 이웃에게 전송하여 PIT를 유지하는 데 집중합니다. 이 접근 방식에서 충돌 감지는 동일한 유형의 메시지 수신의 경우 특정 시간 내에 다른 노드의 패킷을 엿듣고 충돌 문제에 대처하기 위해 자신의 메시지 항목을 폐기하는 방식으로 처리됩니다. 그리고 중복성.

노드는 패킷을 수신하면 INTEREST 패킷인지 확인합니다. 예호출 후 먼저 중복 및 만료된 패킷의 컨텍스트에서 nonce 수명 값을 확인합니다. 노드는 메시지가 중복되었거나 만료되었음을 발견하면 메시지를 폐기합니다. 그런 다음 노드는 콘텐츠 저장소를 확인하고 DATA가 발견되면 노드 주변에서 다른 DATA 패킷을 듣게 됩니다. 특정 시간에 동일한 DATA 패킷이 수신되면 노드는 자신의 패킷을 폐기합니다. 그렇지 않으면 PIT에서 항목을 제거한 후 패킷을 전달합니다. 또 다른 경우에 DATA 패킷이 콘텐츠 저장소에 없으면 PIT를 확인하고 발견되면 잔류 에너지를 검사합니다. DATA 패킷이 위험 상태에 있으면 노드는 이를 버리고 안전한 상태로 전달합니다. DATA 패킷이 수신되면 노드는 다시 확인합니다. 해당 DATA 패킷 항목에 대한 PIT를 확인하고 DATA 패킷 항목이 없으면 폐기됩니다. DATA 패킷은 채널을 다시 들으면서 같은 패킷이 수신되면 다른 노드로 전달됩니다.

E. 혼잡 제어 포워딩

비연결 및 다중 소스 전송 기능으로 인한 RTO 기반 혼잡 감지는 NDN에서 신뢰할 수 없습니다. NDN의 중복 ACK에 기반한 혼잡 감지는 수신기가 중복 ACK를 통한 패킷 손실 정보를 가지고 있지 않기 때문에 적합하지 않습니다. 손실 INTEREST를 전파하고 다시 전달하는 것은 수신자의 책임입니다. 속도 제어 단일 혼잡 제어 창 기반 메커니즘도 NDN에 적합하지 않습니다. 자체 잠금 메커니즘은 인기 없는 콘텐츠와 인기 있는 콘텐츠 간에 공정성 문제를 일으킬 수 있습니다. 수신기 끝에서의 흐름 제어 기능, 하나의 INTEREST 하나의 DATA 메커니즘 및 수신기 풀 구동 NDN 전송 메커니즘은 제어된 DATA 트래픽을 장려합니다. 따라서 혼잡은 DATA 패킷 사이에 기여합니다. NDN에서 혼잡 제어는 중간 노드에서 처리할 수 있으며, 각 중간 노드는 승인과 함께 패킷 테이블을 유지하기 때문입니다. 따라서 노드 자체가 혼잡 문제를 제어합니다[33]. 수신기 기반 혼잡 제어 메커니즘에서는 전송 속도를 제한하여 수신기 측에서 DATA 속도를 제어하여 혼잡을 제어할 수 있습니다. NDN의 수신기 구동 모드는 이러한 제어를 얻는 데 도움이 됩니다.

SIRC [34]는 inter INTEREST gap을 조정하고 구현함으로써 이 문제를 다루는 목적이 있는 방법입니다. 단일 소스 및 다중 소스 알고리즘은 이 수신기 기반 제어 메커니즘을 지원합니다. 다중 소스 문제에 대처하기 위해 명시적 제어 알고리즘이 제안됩니다. ~ 안에

명시적 제어 알고리즘인 NDN은 정체 한계를 넘으면 즉시 정체 정보를 보냅니다. 또 다른 방법은 NACK과 같은 제어 신호 패킷을 통하는 것입니다. 특수 제어 패킷 또는 NACK이라고 하는 표시된 패킷은 수신자 쪽을 향해 전달됩니다. 노드의 혼잡도와 NACK을 비교하여 각 노드를 통과할 때 혼잡 업데이트를 유지합니다.

CCS(Congestion Control Scheme)는 동일한 방식의 제어 신호를 사용하는 방식으로, 이 메커니즘에서 수신기는 AIAD(Additive Increase Additive Decrease) 알고리즘을 활용합니다. AIAD 알고리즘에서 수신기는 패킷 전송 속도를 제어합니다.

홉 간 INTEREST 형성 메커니즘[35]은 이전과 완전히 다릅니다. 이때 각 중간 노드는 전달 속도를 유지하고 전송 속도를 제한하고 제어하여 혼잡을 감지합니다. HoBHIS는 청크의 대기열 길이에 따라 전송 속도를 제어합니다. 홉 간 혼잡 제어는 다중 소스 기능과 NDN 네트워크 전송의 비연결성에 적응하기 때문에 매우 유망한 연구 방향이 되었습니다.

중간 노드가 INTEREST 속도와 관련 DATA 속도를 비교하는 HR-ICP(Hop-by-hop and Receiver-Driven INTEREST Control Protocol)[36]과 중간 노드가 있는 CHoPCoP(Chunk-switched Hop Pull Control Protocol)[37] 노드는 나가는 DATA 대기열 길이를 관찰 및 감지하고 정보를 하이브리드 제어 메커니즘에 대해 제안하는 방식입니다.

Content Centric Mobile Ad hoc Networks의 패킷 손실 방지[38]는 MANET에서 패킷 손실 방지를 다루는 제안된 방식입니다. INTEREST 패킷이 도착하면 노드는 먼저 캐시를 확인합니다. 캐시에 일치하는 DATA가 없는 경우 FIB에서 최소 홉 수로 다음 홉 선택을 검색합니다. 홉 수를 사용할 수 없는 경우 대체 노드를 찾습니다. 모든 대체 노드를 사용할 수 없으면 패킷을 브로드캐스트합니다. 이러한 상황에서 중간 노드가 위치를 변경하면 INTEREST 및 DATA 패킷이 모두 손실됩니다. 제안하는 방식은 대안을 찾은 후 방송함으로써 이 문제를 해결합니다. 클라이언트는 중간 노드가 이전 노드에서 두 홉을 이동하지 않는 경우 데이터를 얻습니다. 2개 이상일 경우, 그런 다음 노드는 근처의 다른 노드에서 DATA를 가져옵니다. NDN 기반 MANET의 포워딩 전략은 표 II에 종합적으로 요약되어 있습니다.

F. 비교 분석

앞서 포워딩 섹션에서 논의한 것처럼 다음 홉 인식 포워딩에서는 Interest가 다음 홉으로 브로드캐스트되고 가장 먼 노드가 릴레이 노드로 선택됩니다. GACF[18]는 QoS를 최적화하는 네트워크 혼잡 및 링크 장애를 줄입니다. SAF[15], PAF[71], AFIRM[72] 및 RAF[73]는 네트워크 요구 사항에 따라 경로를 매우 효율적으로 변경하는 적응형 전달 전략입니다. AFIRM 및 SAF는 콘텐츠를 보호하고 패킷 전송 수를 효율적으로 줄이기 때문에 가장 성능이 좋은 전략입니다.

Neighbor Aware Forwarding에서 노드는 다른 이웃 노드의 현재 상태를 고려하여 통신합니다. 중복 메시지 및 플러딩은 이웃을 사용하여 제어할 수 있습니다.

인식 전달. 설문 조사 보고서에서 우리는 NDN의 모든 이웃 인식 포워딩 전략에 대해 최선을 다해 논의했습니다. 2012년과 2013년에 NDN 기반 이웃 인식 전달 체계에서 많은 작업이 수행되었습니다. 모든 방식은 이웃 노드를 사용하여 효율적으로 패킷을 전달하는 방법을 채택합니다. BOND [28] 및 MADN [26]은 이동하는 홉 수를 줄이는 방법을 선택하고 적합한 전달 방법을 선택합니다. BlooGo[25]는 견고성과 데이터 중복성을 줄이기 위해 패킷을 홉 단위로 전달했으며 TOP-CCN[27]은 혼잡과 브로드캐스트 스트림을 제어하기 위해 1 또는 2 홉 이웃에 패킷을 전달했습니다. NAIFF[24]는 DATA 검색 속도를 지정하고 적격 포워더를 효율적으로 선택하여 최상의 결과를 내고 있습니다. NAIFF는 플러딩 오버헤드를 크게 줄이고 견고성을 향상시킵니다.

공급자 인식 전달에서 소비자는 둘 이상의 소스에서 콘텐츠를 가져옵니다. 따라서 선택은 공급자의 최상의 콘텐츠 검색 성능을 기반으로 합니다. LFBL[19]은 원활한 이동성을 제공하는 공급자 인식 포워딩의 첫 번째 작업이었습니다. 그 후 전술적 MANET CCN[20]과 CHANET[22]이 제안된 방식이었다. 공급자 인식 포워딩에서 E-CHANET[21]은 2013년에 제안된 최고의 작업이었습니다. 네트워크 성능을 향상시키고 에너지 소비 및 네트워크 오버헤드를 제한하며 견고성과 가용성을 향상시키는 E-CHANET 포워딩에 참여하는 다중 경로 포워딩 및 감소된 노드.

지리적 인식은 방향 선택적[17] 포워딩 방식이 패킷 포워딩을 위해 제안됩니다. BREB[29]는 시그널링 오버헤드와 패킷 충돌을 줄이는 최상의 경로를 동적으로 선택합니다. BREB에 비해 LOMCF[30]는 노드의 현재 위치와 LOMCF의 캐싱 체계를 고려하는 위치 및 지리 인식 포워딩에서 최고의 작업이며 플러딩을 줄이고 패킷 충돌을 줄이며 네트워크 성능을 향상시킵니다. MANET의 에너지 효율적인 전달 전략에서 [17], [31], [32]에서 많은 작업이 제안되었습니다. E-CHANET은 공급자 인식 포워딩 메커니즘을 통해 에너지 효율성 측면에서 가장 성능이 좋은 체계였습니다. 그 후 E-CHANET을 능가하는 에너지 효율을 높이기 위해 REMIF[31]가 제안되었다. OEOF[32]는 데이터 중복을 줄이고 충돌을 줄이며 에너지 효율성을 향상시키는 NDN 기반 MANET의 에너지 효율적인 포워딩에서 현재까지 최고의 작업입니다. [34], [35], [36]에서는 네트워크의 혼잡을 제어하는 혼잡 제어 전달 전략도 제안합니다. 다른 모든 포워딩 방식과 비교할 때 E-CHANET 및 LOMCF는 NDN 기반 MANET에서 최고의 포워딩 전략입니다.

V. F주문하기NDN BASED V에히클라 † 디시간ocNETWORKS

VANET(Vehicular Ad Hoc Network)은 MANET(Mobile Ad Hoc Network)에서 작동하는 하위 필드 및 애플리케이션입니다. VANET은 운전자, 승객 및 환경 주변 개체의 안전을 보장하는 것을 목표로 합니다. VANET의 커뮤니케이션은 승객의 편안함과 교통 효율성을 향상시킬 뿐만 아니라 목적지까지의 경로를 최적화합니다. 안전 관련 정보 교환

표 II
에프주문하기에스전략NDN BASED마넷에스

Forwarding Strategies in NDN based MANETs					
Forwarding Strategy	Type	Year	Description	Benefit	Related Work
Adaptive Forwarding	Adaptive	2012	Retrieve DATA via the best performing path(s).	Availability and better performance	[14]
SAF	Adaptive	2016	Distributing and guiding INTERESTs intelligently through network	Enhanced INTEREST satisfaction ratio	[15]
PAF	Adaptive	2013	Selectnext forwarding face probabilistically	Minimized delay Load balnacing	[71]
AFIRM	Adaptive	2018	Distribute,adaptive and content driven algorithm	Increase data availability support mobilty	[72]
RAF	Adaptive	2016	Use delay, bandwidth, load and reliability metrics	Enhanced reliabilit	[73]
Contrlled Flooding	Blind forwarding	2015	Inspection the DATA of an incoming INTEREST of any node without any explicit request	Simplest and easiest way to send INTEREST	[16]
Timer based	Blind forwarding	2011	Drop the packet if it overheard the same packet	Controlled flooding	[81]
Next hop awareness	Next hop aware	2013	Broadcasts the INTEREST to one hop neighbors and the node that is farthest selected as a relay node	Efficient Forwarding	[17]
GACF	Next hop aware	2013	Next hop selection is done by the ants using greedy approach	Reduce congestion, link failure	[18]
LFBL	Provider aware	2010	Three packet types REQ, REP and ACK leverages by the LFBL, Eligible forwarder	Provide seamless mobility	[19]
Tactical MANET CCN	Provider aware	2010	Services two types of routing schemes: (1) content pushing (2) content pulling	Packet collision avoidance	[20]
E-CHANET	Provider aware	2013	Reducing the number of nodestaking part, exploit the content sharing by multiple nodes	Enhanced performance, controlled scalability, limit overhead and energy consumption	[21]
CHANET	Provider aware	2011	CHANET provide routing and transport based on content	Simplicity, robustness and availability	[22]
Mobile CCN	Proactive and Provider aware	2013	Provider floods the name prefix,maintenance of FIB and,broadcasts of INTEREST until match found	Good in small area content delivery	[23]
NAIF	Neighbor aware	2013	DATA retrieval rate for a specific name prefix and distance of node to the consumer decides the eligibility of relay node	Reducing the flooding overhead while maintaining the robustness	[24]
BlooGo	Neighbor aware	2012	Packets are forwarded from node to node until destination	Robustness and no packet redundancy	[25]
MADN	Neighbor aware	2013	Less hop travelling during DATA delivery and maintain other routes enabled as back of shortest	Multi-path DATA delivery and seamless route redundancy	[26]
TOP-CCN	Neighbor aware	2013	Content announcement (CA) packet is periodically broadcast, 1-hop and 2-hop neighbor tables	No Broadcast storm, congestion control	[27]
BOND	Neighbor aware	2011	Selection of eligible forwarder, waiting time to listen the channel	Efficient forwarding	[28]
Direction selective strategy	Geo aware	2013	Mechanism sender decides the forwarding		[17]
BREB	Geo aware	2017	Three phases: content discovery, best route interaction and dynamic routing adjustment.	fault recovery, to avoid the high overhead of signaling	[29]
LOMCF	location aware	2017	Considers the current location of the node, A caching policy is also included	Reduce packet collision, enhanced networks	[30]
REMIF	Energy aware	2016	By reducing the flooding of INTEREST packets increases the network efficiency, examine the energy of message	Outperform E-CHANET and other	[31]
Energy efficient scheme for Mobile Cloud	Energy aware	2013	Used for the INTEREST forwarding	Enhance performance	[17]
OEFS	Energy aware	2017	Considers the nodes remaining and residual energy status	Less redundancy and collision	[32]
Receiver based, HoBHIS, HR-ICP, CChoPCoP, SIRC	Congestion aware	2016, 2014, 2012, 2014	INTEREST rate, forwarding rate maintenance,	Avoid congestion	[33][34] [35][36][37][38]

VANET의 적용은 운전자, 승객 및 주변 환경의 안전을 높이고 차량 사용자에게 인포테인먼트를 효율적으로 제공합니다. VANET 환경에서 차량은 RSU(도로측 장치)와 통신할 수 있으며

주변 차량. 때로는 소스 노드의 정보가 매우 중요합니다(예: 사고, 도로 상태). 따라서 소스 노드와 대상 노드 간의 통신은 매우 어렵습니다[39].

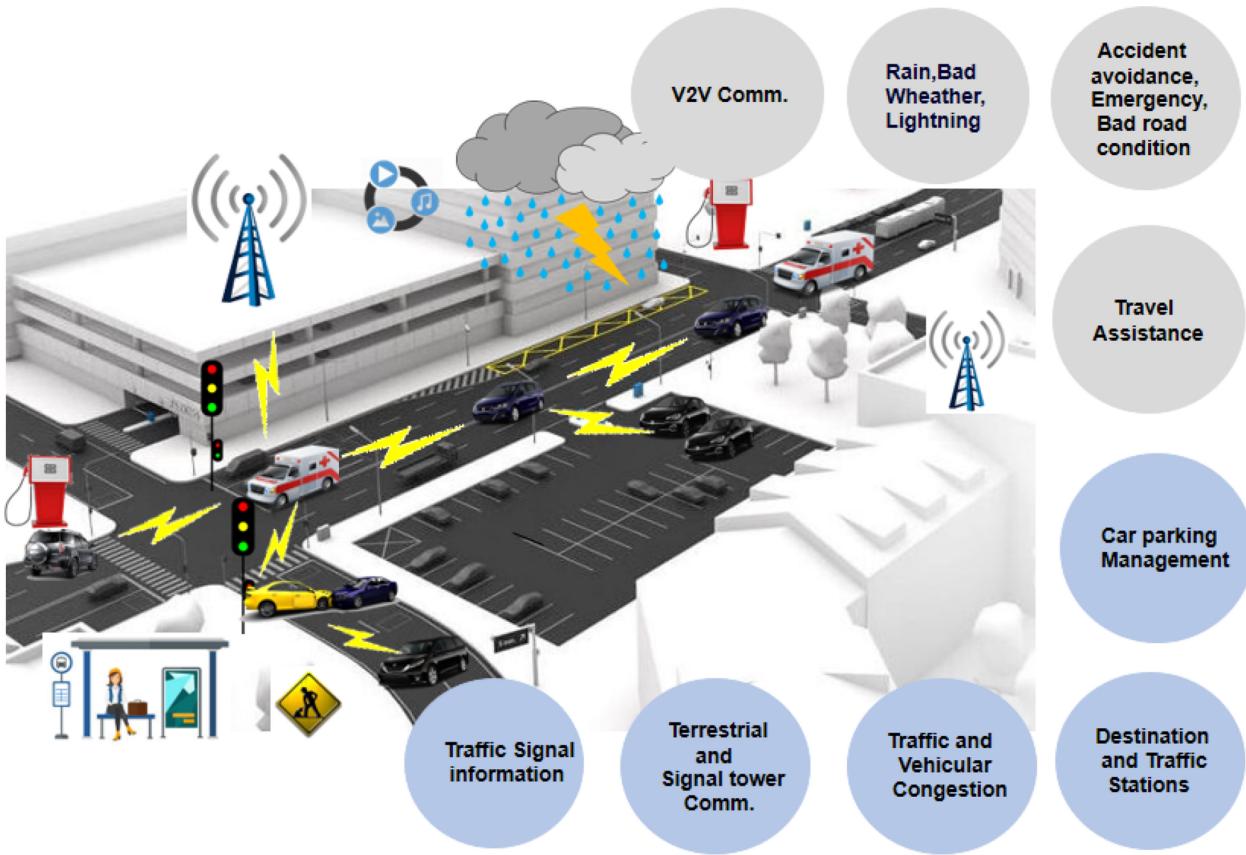


그림 9. VANET의 애플리케이션 시나리오.

A. VANET// NDN 적용

NDN을 VANET에 적용하면 다양한 이점을 얻을 수 있습니다. 정보와 메시지는 IP 주소에 비해 사용자에게 훨씬 더 중요합니다. 따라서 NDN은 VANET에 더 많은 기능을 제공합니다.

정보 검색 및 전달은 IP 주소 대신 명명된 데이터를 기반으로 합니다. 여러 소스 노드가 공급자가 될 수 있습니다. 캐시 메커니즘은 종단 간 지역 및 네트워크 부하를 줄이는 데 크게 기여할 수 있습니다. 명명된 데이터는 다른 노드에서 요청할 수 있는 CS에 캐시될 수 있습니다. 특히 무선 VANET 환경에서는 주변 차량이 원치 않는 정보를 엿듣고 CS에 저장할 수 있다. Named DATA를 사용하면 링크가 끊어져도 중단점에서 정보를 계속 전송할 수 있습니다.

NDN 프레임워크는 모든 유형의 네트워크에 추가로 설치할 수 있습니다. 적은 변경으로 VANET, Wi-Fi, 3G, 4G를 함께 연결하기 쉽습니다. 분명히 INTEREST를 수신하면 노드는 NDN의 FIB에 따라 이를 전달할지 여부와 전달할 위치를 결정합니다. 그러나 무선 VANETs 환경에서는 V2V 통신에 802.11p 인터페이스가 하나만 있으므로 후속 포워딩을 안내하는 FIB가 없음을 의미합니다. 또한 모든 포워딩 프로세스는 브로드캐스트로 간주될 수 있습니다. 잠재 생산자에게 INTEREST를 브로드캐스트하는 가장 간단한 솔루션은 단순히 INTEREST를 플러딩하는 것입니다. 그러나 이것은 잘 알려진 브로드캐스트 스톰 문제로 이어질 것입니다. 따라서 NDN 아키텍처를 VANETs 환경에 적응시키기 위해 FIB를 대신할 포워딩 전략이 요구됩니다.

VANET에서는 각종 정보장치(예: GPS, 센서 등)를 장착한 차량이 자신의 상태 및 주변 환경에 대한 정보를 수집할 수 있습니다. 또한 서비스 요청자[40]에게 수집 정보를 게시할 수 있습니다. VANET 통신에 제시된 애플리케이션 시나리오는 그림 9에 묘사되어 있습니다. 폭우로 인해 전방 도로 구간이 열악한 상태에 빠지면 몇 킬로미터 떨어진 차량이 메시지를 수신하고 다른 경로를 선택하기로 결정할 수 있습니다. 차량은 다른 차량에서 멀티미디어 스트림을 다운로드할 수도 있습니다. 소스 차량에서 생성된 메시지는 매우 중요하며 특정 컨텍스트에서는 예를 들어 사고 경고와 같이 매우 중요할 수 있습니다.

도로에서는 차량의 사고에 대한 안전을 제공하는 것이 주된 목표가 되어야 합니다. 사용자의 사고를 방지하기 위해 VANET 애플리케이션은 충돌 경고, 도로 문제 경고 및 감속 경고와 함께 동화 지원을 제공합니다. 충돌 알림에 대한 사전 경고는 더 중요하며 항상 제시간에 자동차에 제공되어야 합니다. 따라서 VANET은 사용자를 돋기 위해 비디오 게임 타이틀, TV, 차량 간 통신, 사진 공유 및 비디오 클립을 제공합니다. 이동 중에 여행자는 지도, GPS 및 시간과 공간에 따른 제한된 정보를 사용할 수 있는 세부 정보를 얻을 수 있습니다. 교통 관리 프로그램은 자동차, 트럭 또는 긴급 차량의 이동 시간, 에너지 소비를 줄이는 것을 목표로 합니다. 그들은 긴급한 상황을 모니터링하고 자동차, 트럭 및 구급차를 위한 최적의 경로를 제공합니다.

자동 주차 지불 분류 지점과 함께 통행료 장벽에 매우 긴 대기열이 있음을 자주 발견했습니다. VANET에서는 자동차나 트럭이 유료 도로를 통과하면 통행세가 자동으로 차감되는 상황이 완전히 프로그래밍됩니다. VANET의 전달 전략은 다음 섹션에 나와 있으며 그림 10에 설명되어 있습니다. 다음은 NDN 기반 VANET의 전달 전략입니다.

1. 위치인식 포워딩
2. 이웃 인식 전달
3. 컨텍스트 인식 포워딩
4. 플러딩 기반 포워딩
5. 링크 안정성 기반 포워딩
6. 거리 인식 포워딩

위치 인식 포워딩에서 차량은 주차 공간, 현재 주차 요금 등이 아닌 주변 환경에 대한 정보가 필요합니다. 상황 인식 포워딩은 차량 내에서 신뢰할 수 있는 정보 통신을 강조합니다. 우선 순위가 높은 메시지는 즉시 전송하고 기밀을 유지해야 합니다. 플러딩 및 거리 인식 전달도 VANET 통신에 도움이 되는 기술입니다. Neighbor Aware Forwarding에서 노드는 다른 이웃 노드의 현재 상태를 고려하여 통신합니다. 링크 안정성 인식 전달 전략은 전달 경로의 가장 강력한 링크를 처리합니다. 긴 링크 시간과 이웃 노드의 강력한 링크 신호는 최적의 포워딩 경로를 찾는데 도움이 됩니다.

4. 위치인식 포워딩

차량 이름 데이터 네트워킹을 위한 지리적 기회 전달 전략[41]은 모바일 장치, 특히 차량 장치에 대해 제안됩니다. 이 포워딩 전략의 시나리오를 논의하는 경우 차량은 주차 공간, 주차 공간, 현재 주차 요금 및 향후 몇 시간 동안 예상되는 사용 가능한 공간과 관련하여 주변 환경에 대한 정보를 필요로 합니다. 이 상황에서 두 가지 시나리오를 만들 수 있습니다. 첫째, INTEREST 패킷은 관심 지점(POI) 정보에 대한 지리적 태그 이름이 있는 소비자 차량에 의해 요청됩니다. 둘째, INTEREST 패킷이 원하는 DATA와 함께 요청된 목적지에 도달하면 DATA 패킷이 생성되어 소비자에게 전달됩니다.

GOFP(Geographical Opportunistic Forwarding Protocol)은 두 시나리오를 모두 처리합니다. 최적의 릴레이 노드를 선택하여 POI에 INTEREST 패킷을 요청하고, 가장 가깝고 가장 신속하게 응답하는 차량을 최적의 릴레이 노드로 삼을 수 있습니다. INTEREST 패킷은 움직이는 릴레이 노드로 전달되고 해당 릴레이 노드는 INTEREST를 POI로 전파하기 위해 다른 것을 찾습니다. DATA 패킷은 장치의 궤적을 선택하고 요청자 노드에 더 가까운 장치를 이동하거나 해당 요청자 차량에 도달하기 위해 거리를 더 빨리 커버함으로써 동일한 방식으로 다시 전달됩니다. DATA 패킷을 수신한 후 메시지 유효성 검사 프로세스가 시작됩니다. CS 확인 및 PIT 업데이트는 추가 단계입니다.

포워딩 전략은 [42]에서 도시 VANET 시나리오에서 패킷 전달을 위한 효율성과 안정성을 모두 달성하려는 시도에 대해 설명합니다. DATA 패킷은 그 반대를 따릅니다.

NDN에서 INTEREST 패킷의 전달 경로. INTEREST 포워딩은 더 중요한 역할을 하며 더 정교한 설계가 필요합니다. 위에서 설명한 명명 체계와 이웃 정보 교환 메커니즘을 적용하여 각 차량은 이웃의 위치와 특정 INTEREST에 대한 DATA 소스의 위치를 알고 있으므로 효율적인 INTEREST 전달을 위해 최상의 다음 흡 포워더를 선택할 수 있습니다. 그러나 주변 정보가 오래되었을 수 있고 무선 통신이 불안정하여 선택한 차량이 전달된 INTEREST를 수신하지 못할 수 있습니다. 따라서 신뢰성을 향상시키기 위해 INTEREST를 수신한 모든 차량은 지정된 포워더가 아닌 경우에도 INTEREST를 전달할지 여부를 자체적으로 결정합니다. 이 포워딩 전략은 포워더 선택과 포워딩 결정의 두 부분으로 구성됩니다.

HVNDN[44]은 NDN VANET을 위해 제안된 메커니즘으로, 간헐적이고 수명이 짧은 연결과 급격하게 변화하는 토폴로지로 어려움을 겪는 VANET에서 다중 흡 포워딩 문제를 해결하기 위해 제안된 확률적 기회주의적 포워딩 전략입니다. HVNDN 전략은 위치 독립적 정보와 위치 종속 정보를 기반으로 합니다. 네트워크 및 다중 소스 캐싱으로 인해 NDN은 이러한 논의된 문제와 과제를 극복할 수 있는 이점이 있습니다. 무선 환경에서 NDN에서 제안하는 INTEREST 및 DATA 패킷은 일반적으로 FIB(Forwarding Information Base)가 없기 때문에 플러딩됩니다. 보다 구체적으로, HVNDN은 각각 위치 독립적 및 위치 종속 정보에 대한 확률적 및 기회적 포워딩 접근 방식을 제시합니다. 지리적 정보와 VANET의 Named Data 특성을 최대한 활용합니다. V2V(Vehicle-to-Vehicle) 통신을 보다 효과적이고 안정적으로 만들기 위해 재전송 및 확인 메커니즘이 HVNDN에 제공됩니다.

HVNDN[44]은 NDN에서 INTEREST 및 DATA라는 두 가지 유형의 패킷을 상속합니다. 두 종류의 INTEREST가 정의됩니다: 위치 의존적 DATA에 대한 Location INTEREST 및 위치 독립적인 DATA에 대한 Blind INTEREST. 두 INTEREST 사이의 유일한 차이점은 목적지 좌표 필드를 포함하는지 여부입니다. Destination 좌표 필드, INTEREST 수명, 다음 전달 결정을 위한 LHC(Last Hop Coordinate) 필드 및 DATA의 ACKFlag는 일치하는 INTEREST에 대한 승인이며 패킷의 주요 구성 요소입니다. HVNDN 체계에서 모든 차량은 CS와 PIT의 두 가지 데이터 구조만 유지합니다. 평소와 같이 차량은 실질적으로 무한한 전력 및 캐시 공급을 달성할 수 있습니다. 따라서 CS가 차량이 요청하거나 옛들은 모든 DATA를 저장한다고 가정하는 것이 타당합니다. 같은 방식으로 PIT는 전달된 INTEREST를 추적합니다. HVNDN의 전달 체계는 원래 NDN의 FIB 기능을 대체합니다. 위치 의존형 DATA의 포워딩 방식에서는 소비자가 원하는 DATA를 실은 Producer의 위치를 알고 있기 때문에 INTEREST 포워딩의 원칙은 가능한 한 빨리 Producer의 위치로 전달한 다음 다시 끌어오는 것이다. 데이터. INTEREST 및 DATA에 대한 기회주의적 전달 체계,



그림 10. NDN 기반 VANET의 포워딩 전략.

여기에는 INTEREST 포워딩, 캐리 및 재전송, DATA 포워딩 및 DATA ACK의 네 가지 절차가 포함됩니다. 먼저 소비자는 INTEREST 위치의 좌표를 포함하는 Location INTEREST를 방송합니다. INTEREST를 수신한 중간 노드는 LHC와 Destination Coordinate 정보를 받아 CS를 확인하고 LHC를 업데이트한 후 포워딩 과정을 수행합니다. 무선 VANET 환경에서는 INTEREST가 목적지에 도달하기 전에 링크가 끊어지는 상황이 발생할 수 있습니다. 중간 노드가 INTEREST를 전달한 후 목시적 승인을 받지 못하면 INTEREST를 전달하고 재전송합니다. DATA 포워딩은 반대 방식으로 수행됩니다. 노드의 PIT가 일치하면 DATA가 지속적으로 전달됩니다. 대역폭 낭비를 방지하려면,

Location-independent DATA의 Forwarding Scheme에서 Consumer는 Producer의 위치를 모르기 때문에 INTEREST Forwarding의 원칙은 잠재적인 Producer를 먼저 찾은 다음 DATA를 철회하는 것입니다. 잠재적인 생산자를 적절하게 찾기 위한 INTEREST의 확률적 포워딩 방식은 INTEREST 포워딩, DATA 포워딩, DATA ACK 및 INTEREST 재전송의 네 가지 절차를 포함합니다. DATA 전달 및 DATA ACK 절차는 위치 종속 전달과 동일합니다. 소비자는 목적지 좌표 필드를 포함하지 않는 Blind INTEREST를 브로드캐스트합니다. 따라서 차량 A, B, C가 먼저 포워딩에 참여하도록 선택합니다. 각 노드는 CS와 PIT를 확인합니다. 그렇지 않은 경우

일치하면 INTEREST를 전달할 준비를 합니다. 패킷 손실 및 제어 네트워크 부하 문제로 인해 속도가 매개 변수로 사용됩니다. 전송 전에 각 노드는 다른 노드와의 충돌을 피하기 위해 임의의 지역을 선택합니다. 결과적으로 INTEREST는 도로를 따라 서로 다른 두 방향으로 방송됩니다. Producer가 INTEREST를 수신하자마자 일치하는 DATA를 다시 전달합니다. 검색에 실패하면 즉, INTEREST를 수신하고 응답하는 Producer가 없거나 링크가 끊어지면 Consumer는 새로운 nonce 값으로 INTEREST를 다시 전송합니다. 이 제안 방식은 VANET에서 중요한 종단 간 지연 및 오버헤드 모두에서 R-NDN 및 플러딩 방식보다 성능이 우수함을 보여줍니다.

[45]에서 제안된 NDN VANET에 대한 신뢰할 수 있는 전달 전략은 가능한 한 빨리 DATA를 목적지로 보내고 링크 파손이 없도록 보장하는 반면 DATA 패킷은 동일한 방법을 사용하여 소비자 노드로 다시 이동합니다. 역방향 경로, RFS는 비콘만을 사용하여 이웃 노드의 정보를 공유하며, 이는 전체 네트워크의 성능을 향상시키고 오버헤드를 줄입니다. RFS는 가볍고 토플로지가 없는 프로토콜입니다.

[74]의 LoICen(Location-Based and Information-Centric Architecture for Content Distribution)은 요청된 콘텐츠의 활용성을 높이고 브로드캐스트 폭풍을 줄이는 위치 기반 포워딩 전략입니다. LoICen은 NDN 아키텍처를 사용합니다. 차량의 위치 정보는 원하는 콘텐츠 정보를 가지고 있는 로씨엔에서 기회적으로 획득하게 됩니다. 이 정보는 콘텐츠가 위치한 영역에서 INTEREST 패킷에 의한 콘텐츠 검색을 향상시키기 위해 사용됩니다.

[75]의 LOCOS는 NDN 기반 VANET의 위치 기반 콘텐츠 배포 프로토콜입니다. LOCOS는 콘텐츠 소스가 자주 위치하는 영역에서 INTEREST 패킷 전송을 제어합니다. 브로드캐스트 스트림은 이 포워딩 전략을 통해 효율적으로 처리됩니다.

C. 상황 인식 전달

CARP(Context Aware Routing Protocol)[39]는 차량에서 신뢰할 수 있는 정보 통신을 위해 제공됩니다. VANET에서 우선순위가 높은 메시지는 즉시 차량으로 전송되어야 하며, 이는 메시지 신뢰에 더욱 중점을 둘 필요가 있습니다. CARP는 이 메커니즘을 처리하고 메시지의 안전하고 안정적이며 신뢰할 수 있는 전송을 보장합니다. 또한 CARP는 신뢰할 수 있고 매우 안전한 환경에서 우선 순위가 높은 메시지의 전송을 보장합니다. CARP에서 고려하는 애플리케이션 서비스 품질(QoS)은 이 메커니즘을 매우 효율적인 라우팅 프로토콜로 만듭니다. 이 프로토콜은 NDN 포워딩 전략과 NDN 데이터 구조로 구성되고 메시지 신뢰도를 조사하는 규칙을 포함하기 때문에 NDN 데몬을 지원합니다.

CODIE[46]는 VNDN에서 DATA 패킷 플러딩을 제어하기 위해 VANET에서 제안한 메커니즘이다. DATA 패킷은 일반적으로 INTEREST 패킷보다 훨씬 큽니다. 그 이유는 DATA 패킷에 실제 DATA가 포함되어 있어 실제로 혼잡을 일으킬 가능성이 더 높기 때문입니다. DATA 플러딩 문제는 INTEREST 패킷의 흡수와 DATA 패킷의 추가 DDL 필드를 사용하여 CODIE에서 처리합니다. DATA 패킷의 추가 사본을 제한하는 것이 CODIE의 주요 목표입니다. 잠재적이고 가능한 Provider가 전송된 INTEREST 패킷을 수신하면 DDL 필드의 hop count 값을 이동한 후 DATA를 싱크 노드로 전송합니다. DATA 패킷에 해당하는 PIT 항목이 있는 노드에 DATA 패킷이 도착하면 노드는 DDL 필드와 PIT 항목 테이블의 흡수 값을 확인합니다. DDL 값이 흡수 값보다 작거나 같으면 노드는 DATA를 더 전달하고 DDL을 감소시킵니다. 그러나 DDL 필드가 더 크면 노드는 DATA 패킷을 버립니다. DATA 패킷은 CODIE에 의해 감소됩니다.

CONET[47]은 브로드캐스트 스트림과 데이터 플러딩을 제어하는 기존 VNDN의 또 다른 포워딩 전략입니다. 소비자는 INTEREST에서 흡수 카운터를 시작합니다. 잠재적 공급자가 INTEREST를 수신할 때마다 공급자는 TTL(Time to Live) 값을 DATA 패킷에 포함하도록 돋습니다. 흡수는 통과한 노드의 기록을 유지합니다. TTL 값은 네트워크에서 잘못된 추가 데이터 전파를 줄입니다. INTEREST 수신 시 중간 노드는 TTL 값을 증가시키고 DATA 패킷 수신 시 중간 노드는 TTL 값을 감소시킵니다.

VNDN[51]은 무선 브로드캐스트 특성을 활용할 것을 제안합니다. Wi-Fi 브로드캐스트는 충돌로 인해 큰 손실을 입을 수 있습니다. 기회주의적 포워딩 측면에서 탄력적이고 효율적인 브로드캐스팅을 가능하게 하는 Wi-Fi 브로드캐스트를 지원하는 VANET에 간단한 메커니즘 세트가 제공됩니다. 이 Wi-Fi 브로드캐스트 지원은 패킷 포워딩 가중 임의 대기 방식을 기반으로 합니다. Greedy 포워딩 전략은 각각의 GPS와 디지털 지도를 가정하여 모든 방향으로 INTEREST를 전파하는 데 사용됩니다.

차량. 각 INTEREST 패킷에는 송신 노드의 위치 정보가 있습니다. 발신자로부터 가장 먼 노드가 INTEREST를 수신합니다. 발신자는 더 많은 전달 프로세스를 위해 DATA가 수신되었는지 알고 싶어하고, 그렇지 않으면 INTEREST를 재전송합니다. VNDN에서는 GPRS를 사용한 이 구현을 위해 링크 적응 계층이 사용됩니다. 링크 적응 계층의 각 노드 N은 송신자와 자신의 거리를 계산하여 전달자 시간(대기 타이머)을 보낸다. 거리가 짧을수록 포워더 시간이 길어집니다. 노드 N이 발신자 노드가 없는 다른 노드로부터 INTEREST를 들으면 역추적하여 해당 노드를 인식합니다.

[76]의 CA-VNDN(Context-Aware Vehicular NDN)은 NDN 기반 VANET의 상황 인식 데이터 전달 전략입니다. CA-VNDN은 방송되는 INTEREST의 총 수를 줄이고 데이터 전송 비율을 크게 높입니다. [76]의 전략은 지리적 위치 정보를 사용하고 패킷 포워딩을 위해 기존 PIT를 수정합니다. CA-VNDN의 컨텍스트 인식 알고리즘은 분포 수 및 주변 차량 수와 관련하여 차량 노드 주변의 네트워크, 환경 및 콘텐츠 컨텍스트를 고려합니다. 도로 상황에 관계 없이 상황 인식 알고리즘은 데이터 전달 측면에서 높은 성능을 유지합니다.

D. 이웃 인식 전달

INTEREST 브로드캐스트 스트림은 차량과 VANET의 다른 시나리오 간의 통신 문제입니다. RUFS(Robust Forwarder Selection)[48]는 브로드캐스트 스트림과 관련된 문제에 대처하기 위해 제안된 고유하고 강력한 방식입니다. RUFS 메커니즘의 주요 기능 또는 RUFS의 아름다움이라고 말할 수 있는 것은 모든 INTEREST에 대한 ACK(들)을 기다리는 동안 바로 이웃이 될 단 하나의 포워더를 선택하는 것입니다. RUFS는 각 차량이 NSL(Neighbor Satisfied List)이라는 이웃 만족 INTEREST 목록을 유지할 수 있도록 합니다. 또한 차량이 자체적으로 만족한 INTEREST 목록을 유지할 수 있으며 이 목록을 RSL(Recent Satisfied List)이라고 합니다. 각 차량은 때때로 이웃 차량과 RSL을 교환하여 NSL 정보를 업데이트합니다. RUFS 메커니즘에서, 각 차량은 인접 차량이 자신의 NSL을 업데이트할 수 있도록 모든 인접 차량과 주기적으로 RSL을 공유해야 합니다. 해당 차량 또는 노드만 콘텐츠를 올바르게 만족하는 포워더로 선택하고 포워더는 최대 양성으로 선택합니다. Forwarder는 동일한 방식으로 INTEREST를 전달하고 다른 노드는 해당 INTEREST를 버립니다. INTEREST가 공급자를 만난 후 DATA 패킷도 INTEREST 패킷이 사용하는 동일한 경로를 사용하여 반환됩니다. RUFS의 주요 목표는 INTEREST 플러딩 문제를 완화하는 것입니다. RUFS에서 성공의 열쇠는 전달되는 INTEREST 패킷의 감소입니다. 해당 차량 또는 노드만 콘텐츠를 올바르게 만족하는 포워더로 선택하고 포워더는 최대 양성으로 선택합니다. Forwarder는 동일한 방식으로 INTEREST를 전달하고 다른 노드는 해당 INTEREST를 버립니다. INTEREST가 공급자를 만난 후 DATA 패킷도 INTEREST 패킷이 사용하는 동일한 경로를 사용하여 반환됩니다. RUFS의 주요 목표는 INTEREST 플러딩 문제를 완화하는 것입니다. RUFS에서 성공의 열쇠는 전달되는 INTEREST 패킷의 감소입니다. RUFS의 주요 목표는 INTEREST 플러딩 문제를 완화하는 것입니다. RUFS에서 성공의 열쇠는 전달되는 INTEREST 패킷의 감소입니다. RUFS의 주요 목표는 INTEREST 플러딩 문제를 완화하는 것입니다. RUFS에서 성공의 열쇠는 전달되는 INTEREST 패킷의 감소입니다. RUFS의 주요 목표는 INTEREST 플러딩 문제를 완화하는 것입니다. RUFS에서 성공의 열쇠는 전달되는 INTEREST 패킷의 감소입니다.

푸시 기반 데이터 전달(PDF)에서 [49] 콘텐츠는 일반 콘텐츠 클래스와 중요 콘텐츠 클래스의 두 가지 클래스로 분류됩니다. 정기적인 콘텐츠는 패킷을 전달하기 위해 정기적인 업데이트와 INTEREST가 필요합니다. Critical 콘텐츠는 언제든지 생성되며 Critical 콘텐츠의 생성은 중요한 이벤트로 인해 발생합니다. PDF에서 Producer 차량은 안전에 관한 중요한 정보를 수집합니다.

운전자 및 다른 차량의 위법 행위. 콘텐츠 크기와 이름을 포함하는 패킷에는 개체 크기라는 추가 필드도 포함됩니다.

DADT(Density-Aware Delay-Tolerant)[50]는 INTEREST 패킷에 전략에 도달할 때까지 반복됩니다. 차량용 NDN에서 패킷 전송률 향상을 목적으로 합니다. 포워딩 전략에는 재방송과 재전송의 두 가지 통신 단계가 포함됩니다. 재방송은 노드가 INTEREST 패킷을 수신한 직후에 발생합니다. 재전송은 노드가 INTEREST 패킷을 포워딩한 후 일정 시간 동안 저장 했다가 재전송할 때 발생합니다. 노드의 재방송 특성으로 인해 패킷 중복, 모든 노드의 INTEREST 패킷 전파로 인한 패킷 충돌, 불필요한 전송과 함께 블라인드 전파가 발생합니다. 이러한 논의된 문제를 다루기 위해 DADT[50]는 충돌 문제를 줄이는 DATA 전송을 위한 지연 타이머를 설정합니다. 우선 순위가 높은 노드가 INTEREST를 전달합니다. 우선 순위는 마지막 흡에서 가장 멀리 있는 노드를 통해 설정되며 더 짧은 시간과 더 적은 흡으로 INTEREST를 전파합니다. 또 다른 접근 방식에서는 DATA 위치에 더 가까운 노드를 통해 우선 순위가 설정됩니다. 두 번째 경우에는 DATA 전달 가능성이 첫 번째 경우보다 훨씬 큽니다. VANET은 자주 분류할 수 있습니다. NDN은 네트워크 종단 시 전송률이 낮습니다. DADT는 노드가 먼저 패킷을 저장한 다음 운반하고 잠시 후에 다시 전송하는 이 문제를 해결합니다. 노드는 DATA를 전달할 적절한 이웃 노드를 식별한 후 패킷을 재전송합니다. 노드가 이름이 같고 전달 사례가 더 강한 다른 패킷을 듣는 경우 해당 노드는 성공적인 패킷 전달로 인해 이전에 생성한 재전송 보류 대기열에서 자신의 패킷을 버립니다. 전송 및 재전송 큐는 전송 큐 DATA 및 INTEREST에 대해 각 노드에서 유지 관리됩니다. 노드는 PIT 및 CS를 확인한 후 대기열을 업데이트합니다. 재방송 메커니즘은 DATA 전달에 사용됩니다.

E. 링크 안정성 기반 포워딩

[79]의 LSIF(Link-Stability-Based Interest-Forwarding)는 링크 안정성 관련 포워딩 전략으로 링크 지속 시간을 예측하여 INTEREST 수를 줄입니다.

[80]의 LISIC(Link Stability-Based Protocol for Vehicular Information-Centric Networks)는 NDN 기반 VANET의 또 다른 링크 안정성 기반 포워딩 전략입니다. 그것은 패킷을 전달하기 위해 더 안정적인 링크로 이웃 차량의 우선 순위를 지정하는 메커니즘을 사용합니다. LISIC은 INTEREST 전송을 제어하여 브로드캐스트 스톰 문제를 해결합니다.

F. 플러딩 기반 포워딩

Epidemic, Spray n Wait 및 Adaptive Forwarding은 무선 방송 매체에서 NDN의 이점을 탐색하기 위해 제시된 플러딩 기반 포워딩 체계[52]의 일부입니다. Epidemic, Spray n Wait 및 Adaptive Forwarding 알고리즘은 NDN을 사용하여 구현되며 각각 N-Epidemic, N-Spray, N-Wait 및 N-Adaptive로 명명됩니다.

N-Epidemic[52]에서 차량은 모든 이웃에게 INTEREST 패킷을 브로드캐스트합니다. INTEREST 패킷을 수신한 이웃은 릴레이 노드 역할을 하며 동일한 프로세스 트래픽 DATA를 검색하기 위해 유효한 car-INTEREST 포워딩 데이터의 rier. VANET에서는 DATA 패킷이 역순으로 INTEREST 패킷 전달 경로를 따를 필요가 없습니다. DATA 패킷은 INTEREST 패킷과 동일한 전달 체계를 따릅니다.

N-Spray Wait[52]에서 차량은 처음 만나는 N대의 차량에 INTEREST 패킷을 전달하고, 이 N대의 차량은 해당 콘텐츠를 얻을 때까지 INTEREST 패킷을 전달합니다.

N-Adaptive[52]에서 두 대의 차량이 만나면 PIT에서 전달할 INTEREST 패킷의 상태를 확인합니다. INTEREST 패킷의 상태가 다른 차량에 존재하지 않으면 INTEREST 패킷을 다른 차량으로 전달하고 그렇지 않으면 전달하지 않습니다. 이러한 알고리즘은 DATA 반환을 제외하고 푸시 기반 접근 방식과 유사한 방식으로 작동합니다.

G. 거리 인식 포워딩

NVP[53]는 NDN-VANET 기반의 라우팅 프로토콜이다. 거리 행렬로 흡수보다 예상 링크 비용을 사용합니다. 또한 VANET에서 브로드캐스트 방법을 향상시킵니다. 주변 세트에 있는 모든 차량의 밀도 상태는 서로 다른 범주로 나뉩니다. 모든 범주에서 서로 다른 패킷 전달 기술이 사용됩니다. 브로드캐스팅은 이동성, 특수한 트래픽 패턴 및 토플로지로 인해 VANET과 MANET에서 다릅니다. 브로드캐스트 전략의 두 가지 개선 사항이 [53]에서 제공됩니다.

1. 증분 REQ 브로드캐스트

2. 적응형 방송 전략

[77]의 OIFP(Opportunistic Interest Forwarding Protocol)는 VANET의 브로드캐스트 스톰 문제를 해결하기 위한 거리 인식 전달 전략입니다. OIFP에서는 이웃 노드에 대한 INTEREST 우선 순위와 노드 간의 거리를 사용하여 전달 경로를 결정합니다. OIFP는 각 수신기에서 현재 포워더의 위치 정보와 각 이웃의 위치를 사용하여 포워딩 우선 순위를 계산합니다. 지연 타이머는 우선 순위를 처리하는 데 사용됩니다. 이 방법을 사용하면 콘텐츠 전송률이 향상되고 INTEREST 패킷의 전송 횟수가 줄어듭니다.

[78]의 DASB(Distance Assisted Information Dissemination with Broadcast Suppression)는 방송 폭풍을 최소화하는 거리 지원 포워딩 전략입니다. 패킷 포워딩의 가속은 차량의 자리적 위치 데이터를 사용합니다. 브로드캐스트 폭풍을 피하기 위해 차량 노드는 특정 영역에서 패킷을 전달하도록 제한됩니다.

NDN 기반 VANET의 포워딩 전략은 표 III에 종합적으로 요약되어 있습니다.

아. 비교 분석

NDN-VANET에서 우리는 VANET 시나리오에서 포워딩 메커니즘에 참여하는 차량 및 기타 엔터티의 위치를 기록하는 위치 인식 포워딩 전략에 대해 논의했습니다. 정보의 실제 컨텍스트를 기반으로 설계된 컨텍스트 인식 전달 전략.

표 III
에프주문하기에스전략NDN BASED바넷에스

Forwarding Strategies in NDN based VANETs					
Forwarding Strategy	Type	Year	description	Benefit	Related Work
GOFP	Location aware	2016	INTEREST packets are requested to the POI by selecting best relay nodes, nearest and early responding vehicle can be taken as best relay node.	Validate and efficient DATA delivery	[41]
Geo-based forwarding strategy	Location aware	2015	Applying the naming scheme and the neighbor information exchange mechanism	Efficiency and reliability in urban VANETs	[42]
LoICen	Location aware	2019	Location information of vehicle is opportunistically obtained	Reduces broadcast storm	[74]
LOCOS	Location aware	2018	control the INTERST packet transmission	Broadcast storm is handled very efficiently	[75]
NAVIGO	Location aware	2015	Divide the world in different parts for packet forwarding.	Efficiency	[43]
HVNNDN	Location aware	2015	HVNNDN strategy based on location independent and location dependent information	Outperform the R-NDN and Flooding schemes both in end-to-end delay and overhead	[44]
RFS	Location aware	2016	Sends the DATA towards its destination in less time as early as possible and make sure that there is no link breakage	Enhances the performance of whole network and reduce overhead	[45]
CARP	Context aware	2015	Ensure the transport of high priority messages in trusted and highly secure environment	Highly effective and efficient routing protocol	[39]
CODIE	Context aware	2016	DATA flooding issue is handled by the CODIE by using hop count in INTEREST packets and an extra DDL field in DATA packet	Control DATA packet flooding	[46]
CONET	Context aware	2016	DATA flooding issue is handled by the CONET by using hop count in INTEREST packets and an extra TTL field in DATA packet	Control DATA packet flooding	[47]
CA-VNDN	Context aware	2018	Use geo-position information and modify the existing PIT for packet forwarding	High DATA delivery, reduced broadcast storm	[76]
VNDN	Context aware	2016	Greedy forwarding strategy is used to propagate the INTEREST in all the directions with the assumption of GPS and digital map in each vehicle	Use advantage of wi-fi broadcast to mitigate collision	[51]
RUFS	Neighbor aware	2015	Selection of only one forwarder that will be its immediate neighbor with waiting for ACK(s) for any INTEREST, maintenance of NSL and RSL	Alleviate the INTEREST flooding issue, mitigate broadcast storm	[48]
PDF	Neighbor aware	2016	Content is classified in two classes. Regular content class and critical content class	In-time DATA retrieval	[49]
DADT	Neighbor aware	2016	Rebroadcast and retransmission	Increase in packet delivery ratio	[50]
N-Epidemic	Flooding based	2017	Vehicle broadcasts the INTEREST packets to all its neighbors	Efficient packet delivery	[52]
N-Spray& Wait	Flooding based	2017	Vehicle forwards the INTEREST packet to the first 'N' vehicle	Efficient packet delivery	[52]
N-Adaptive	Flooding based	2017	When two vehicles meet, they check the state of the INTEREST packet to be forwarded in their PITs and then forward	Efficient forwarding	[52]
NVP	Distance aware	2016	Estimated link cost as a distance metric instead of hop counts, it optimizes the broadcast method according to the special feature of VANET	Support mobility	[53]
OIFP	Distance aware	2017	Distance between nodes and prioritized INTERESTs transmission between neighbor nodes decides the forwarding path	Content delivery rate is improved	[77]
DASB	Distance aware	2016	Vehicle nodes are restricted to forward the packet in certain areas where data located	Avoid broadcast storm	[78]
LSIF	Link stability aware	2018	Predicting the duration of the link	Reduces the number of INTEREST	[79]
LISIC	Link stability aware	2017	Prioritize the neighbor vehicles with more stable	Avoid broadcast storm	[80]

이웃 차량의 성능을 기반으로 설계된 이웃 인식 포워딩 전략. 플러 딩 기반 및 에이전트 지원 포워딩 전략도 이 설문 조사 문서에서 논의됩니다.

2015년 위치 인식 포워딩에서 많은 작업이 제안되었습니다. NAVIGO[43]는 포워딩과 효율성을 향상시키기 위해 세상을 네 부분으로 나누는 좋은 성능의 포워딩 전략이었습니다. RFS[39]는 전체 네트워크의 성능을 향상시키는 짧은 시간에 패킷을 보냅니다. 2019년과 2018년에 각각 LoICen[74]와 LOCOS[75]도 관심을 제어하는 위치 인식 전략입니다.

콘텐츠 위치를 향해 전달합니다. 이것은 이자율을 제어합니다. GOFP[41]는 효율적인 데이터 전달을 위해 최고의 릴레이 노드를 취하는 위치 인식 포워딩에서 가장 성능이 좋은 방식입니다.

2015년과 2016년에 제안된 NDN 기반 VANET의 상황 인식 포워딩 전략. CODIE[46]와 CONET[47]이 가장 성능이 좋은 포워딩 전략이다. CARP [39]는 또한 신뢰할 수 있고 매우 안전한 환경에서 중요하고 높은 우선 순위 메시지를 보장하는 최상의 성능 전략입니다. 2018년에 제안된 CA-VNDN[76]도 컨텍스트 인식 전달 전략입니다.

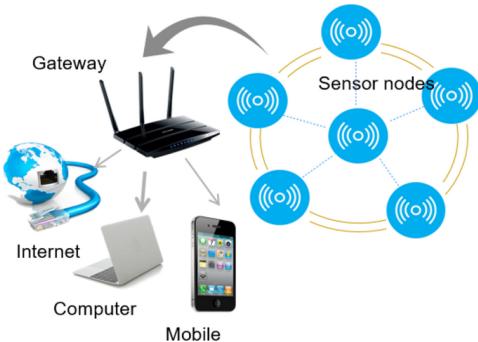


그림 11. 무선 센서 네트워크.

데이터 전달을 늘리고 관심사 수를 줄입니다.

NDN 기반 VANET의 이웃 인식 전달 전략은 이웃 전달자를 효율적으로 선택하여 패킷 통신에 도움이 됩니다. RUFS[48]는 브로드캐스트 스톰 및 플러딩 문제를 줄이는 반면 DADT 및 PDF는 패킷 전달의 효율성을 높입니다. DADT[50]는 가장 성능이 좋은 Neighbor Aware Forwarding 방식이다.

[33]의 포워딩 전략은 패킷 전달을 향상시키는 포워딩 기반 포워딩 전략 중 가장 성능이 좋습니다. NVP[53]는 이동성을 효율적으로 지원하는 최고의 거리 기반 포워딩 전략이다. OIFP[77] 및 DASB[78]도 거리 기반 포워딩 전략이며 브로드캐스트 스톰 문제를 완화하는 데 매우 효과적입니다. LSIF[79]와 LISIC[80]은 각각 2018년과 2017년에 제안된 최고의 링크 안정성 기반 포워딩 메커니즘이다. 이 시나리오에서는 LSIF가 더 잘 수행됩니다. CARP, NAVIGO 및 RUFS는 NDN 기반 VANET에서 가장 성능이 좋은 전략입니다.

VI. 애프로파주문하기NDN BASED여아이리스 에스센서NETWORKS

무선 센서 네트워크(WSN)의 주요 특징은 연결되지 않은 통신 리소스 제약 장치로 구성된 인프라가 부족하다는 것입니다[7]. WSN은 원격 서버와 연결해야 하는 물류, 환경 모니터링 및 감시와 같은 작업에 사용됩니다. 메모리, 에너지 및 처리 리소스 측면에서 센서 장치가 가장 중요합니다. 그림 11은 WSN 아키텍처를 보여줍니다.

NDN 기반 무선 센서 네트워크에 관한 포워딩 전략은 이 섹션에 제시되어 있으며 표 IV에 요약되어 있습니다.

무선 센서 네트워크에서 기본 NDN 작업[54]이 제시되며 NDN은 INTEREST 패킷이 발신자 노드 대신 사용 가능한 일부 네트워크 인터페이스를 통해 전달된다고 가정합니다. 기본 NDN에서 각 센서는 단일 무선 인터페이스처럼 작동합니다. 첫째, 패킷은 원래 인터페이스를 통해 전달됩니다. INTEREST 재방송 메커니즘은 INTEREST와 DATA 패킷 간의 패킷 충돌을 줄이기 위해 이 시나리오에서 사용됩니다. 이것은 또한 패킷의 중복성을 줄입니다. INTEREST 및 DATA 패킷에 대한 재방송 이벤트는 지연 창에서 계산됩니다. 그런 다음 잠재적인 INTEREST 전달자는 채널을 수신하고 전달자가 채널에서 동일한 INTEREST를 엿듣는 경우 해당 채널을 종료합니다.

전염. 싱크 노드는 주어진 시간 간격 동안 응답이 수신되지 않으면 INTEREST 패킷을 재전송합니다. 이 간단한 기본 NDN 접근 방식은 센서 위치 및 네트워크 토플로지에 대한 정보 없이 데이터를 수집합니다.

직접 확산[55]은 아마도 무선 센서 네트워크를 위한 최초의 DATA 중심 아키텍처일 것입니다. 싱크 노드는 INTEREST 패킷이라는 작업 요청을 소스 노드로 보냅니다. INTEREST 패킷은 소스 노드로 전파되는 동안 통과하는 모든 흡의 캐시에 빵 부스러기를 남깁니다. 노드가 INTEREST 패킷을 받으면 캐시에 항목을 추가하거나 기존 항목을 업데이트합니다. 기존 항목은 유사한 INTEREST가 이미 이 노드를 통과했으며 아마도 전파되었음을 나타냅니다. 현재 노드는 이러한 INTEREST를 캐시 항목을 기반으로 모든 이웃 또는 하위 집합에 전파하거나 아무 것도 전파하지 않기로 결정할 수 있습니다. INTEREST 패킷을 수신하면 소스 노드는 작업을 수행하고 이동 경로를 사용하여 DATA 패킷을 싱크 노드로 보냅니다. DATA를 수신하는 노드, INTEREST 항목에 대한 캐시를 확인합니다. 해당 항목이 없으면 DATA 패킷을 삭제합니다. 이러한 항목이 있으면 DATA 캐시를 확인합니다. DATA 캐시에 동일한 DATA가 존재한다는 것은 DATA 경로에 루프가 있다는 표시일 수 있습니다.

NDN-WSN을 위해 제안된 이중 모드 DMIF(Interest Forwarding Scheme)[57]. 두 가지 결합된 전달 모드는 DMIF 메커니즘에 포함됩니다. 플러딩 범위 제어, 패킷 억제, 유연한 모드 전환, 브로드캐스트 스톰 회피 및 에너지 가중치와 관련된 요소를 포함하여 에너지 효율적인 여러 메커니즘은 균형을 잡고 에너지 소비를 절약하도록 설계되었습니다. 데이터 이름 지정은 INTEREST 전달 및 라우팅 설계에 영향을 줄 수 있는 NDN 아키텍처에서 가장 중요한 기술 중 하나입니다. 이 응용 프로그램에서 원시 DATA에 대한 3차원 명명, 즉 시간 차원, 공간 차원 및 유형 차원은 DMIF 접근 방식에서 제안됩니다. Flooding은 잠재적인 콘텐츠 제공자와 역방향 경로를 따라 DATA 패킷의 흐름을 발견하는 가장 간단한 방법입니다. 더 적은 비용으로 더 빨리 콘텐츠 소스를 찾는 데 도움이 될 수 있는 것은 DMIF의 고려 사항 중 일부입니다. DMIF에서 콘텐츠 소비자는 INTEREST 패킷을 보내기 전에 먼저 FIB를 확인합니다. FIB 조회가 성공하면 INTEREST가 지시 모드(DM)로 전송됩니다. 그렇지 않으면 INTEREST가 플러딩 모드(FM)로 전송됩니다. INTEREST의 포워더로 이웃 노드를 찾기 위해 INTEREST 패킷에는 다음 흡 포워더의 고유 ID에 대한 Forwarder ID로 확장된 named 필드가 실려 있다. INTEREST 패킷을 수신한 노드는 로컬 콘텐츠 저장소 CS를 확인하고 조회 실패 시 제안된 DMIF를 기반으로 INTEREST 전달을 수행합니다. 노드는 FM 모드에 있는 경우 이전에 수신된 중복된 INTEREST가 없으면 INTEREST 전달을 계속해야 합니다. 들어오는 INTEREST가 DM 모드이고 노드가 이전과 동일하면 노드가 전달을 수행합니다. FIB 루업 미스의 경우 INTEREST 패킷을 순환시키기 위해 플러딩 모드(FM)가 사용됩니다. FM 모드는 제어된 플러딩을 구현하여 에너지 소비를 줄이고 검색 효율성을 개선하는 방법에 집중합니다. 범위

표 4
에프주문하기에스전략NDN BASEDWSN에스

Forwarding Strategies in NDN based WSNs					
Forwarding Strategy	Type	Year	description	Benefit	Related Work
Basic NDN Operation	Basic NDN approach	2013	Basic NDN approach collect data without any information about the sensor place and network topology.	Reduce the packet collision	[54]
Directed diffusion	Diffusion based		Interest packet is leaves breadcrumbs in the cache of every hop that it traverses while being propagated to the source node	First data centric strategy for WSNs	[55]
DMIF	Energy aware	2016	Two combined forwarding modes are involving in DMIF mechanism, Directive and Flooding modes	Reduce consumption of energy, Flexible mode shift, broadcast storm avoidance	[57]
dd-NDN	Path Aware	2015	Path will likely last long that discovered, after the transmission, is used for further communication of packets,	Limit the collision and reduce the traffic overhead	[54]
Plain Vanilla	IOT based	2016	Simply broadcasts the Interest on the wireless, interfaces and nodes with matching content, replying with Data messages	Support push based forwarding of critical data, which can be any emergency sensed by sensors	[58]
SLICT	GEO aware	2016	Associate and discover the neighbors to ensure the packet communication only if the node is authorized and trusted, a safe beaconing protocol that handles the location and topology changes	Secure forwarding	[59]
CCN-WSN	Named Based	2013	CCN-WSN for wireless sensor networks is lightweight CCN protocol to deliver the packets	Flexibility, Small area data transmission	[60]
GIF	Location aware	2018	Data naming, discovery of the neighbor, discovery of producer and exchange of the data are the basic modules of the scheme.	GIF reduces the broadcast storm by reducing the number of interests, reduce the packet drop and improve energy efficiency	[68]

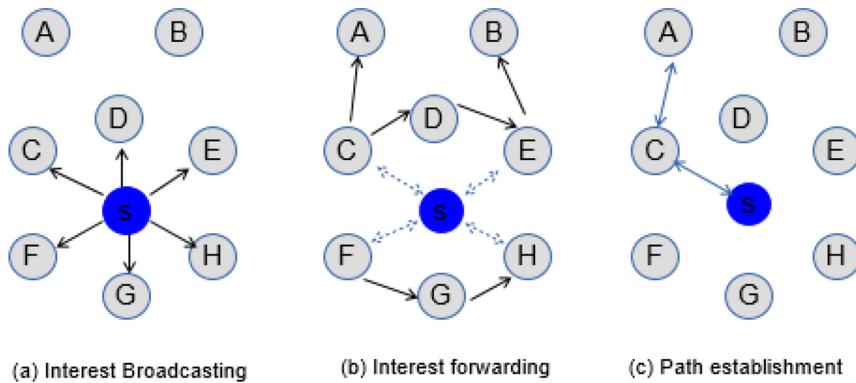


그림 12. dd-NDN 경로 설정 예시

제어, 브로드캐스트 폭풍 방지 및 패킷 억제는 제어된 플러딩을 지원하는 방식입니다. TTL(Time to Live) 필드가 INTEREST 패킷에 추가되어 INTEREST의 배포 범위를 제어합니다. 브로드캐스트 스톰의 영향을 피하기 위해 DMIF의 INTEREST 플러딩에는 전송 거리 및 나머지 에너지에 기반한 지연 타이머가 채택됩니다. Prefix, Forwarder ID, Hop, Energy, Timer는 FIB의 분야입니다. 데이터 전달의 라우팅 루프 문제에 대처하기 위해 전달 경로를 따라 모든 노드의 ID를 포함하는 DATA 패킷의 ID 목록이라는 새 필드가 도입되었습니다. 노드는 ID 목록에서 자신의 ID를 확인하고 YES일 경우 들어오는 DATA를 삭제하고 NO일 경우 목록을 업데이트합니다. DMIF는 INTEREST 전달에만 적용 가능하며 DATA 전달 프로세스는 항상 동일합니다.

WSN의 전달 메커니즘의 어려움에 대처하기 위한 향상된 접근 방식을 dd-NDN이라고 합니다[54]. 첫 번째 INTEREST 전송과 첫 번째 DATA 개체 수신 및 관련 DATA 검색 후에 발견된 경로는 오래 지속될 수 있습니다. 경로에 관한 이 정보는 나중에 전송되는 INTEREST 패킷에 대한 NDN 전달 전략에서 사용됩니다. 이렇게 하면 충돌이 제한되고 배달 과정에 관련된 센서의 트래픽 오버헤드가 줄어듭니다. 그림 12와 같이 이 향상된 dd-NDN[54] 모델을 더 잘 이해하는 예를 들어 보겠습니다. Sink라고 하는 시작 노드는 INTEREST 패킷 데이터/슬롯/캠퍼스를 전체 이웃 노드로 브로드 캐스트합니다. 요청된 DATA가 없는 경우 INTEREST는 특정 지연 시간 T 후에 재방송합니다. 이 지연 시간은 임의적일 수 있습니다. 이 예에서 노드 C, E, F,

이웃 노드, 노드 H와 F는 응답을 받지 못했기 때문에 결국 PIT 항목을 버립니다. 노드 C는 노드 A로부터 DATA를 수신하여 INTEREST 패킷 데이터/습도/캠퍼스에 대한 다음 흠 테이블 노드에 포함시킨 후 패킷을 전달합니다.

스마트 도시를 위한 일반 바닐라 NDN 포워딩 아키텍처[58]는 DATA 패킷으로 응답하는 콘텐츠와 일치하는 무선 인터페이스 및 노드에서 단순히 INTEREST를 브로드캐스트합니다. 많은 무선 장치에서는 단순히 메시지를 브로드캐스트하는 것이 불가능합니다. 따라서 이 요소는 메시지 브로드캐스트를 줄이고 노드 방향 또는 선택적 전달에 따라 INTEREST/DATA 패킷을 전달하는 역할을 합니다. 푸시 기반 포워딩은 일반 바닐라 NDN을 포함합니다. DATA 패킷을 수신하는 모든 노드는 먼저 PIT를 확인합니다. DATA 패킷에 대한 PIT 항목이 없으면 요청되지 않은 것으로 간주되어 삭제됩니다. 정확하게 말하면 모든 생산자는 필요한 DATA 패킷을 보내기 전에 소비자로부터 INTEREST 패킷이 필요합니다. 일지라도, 이 메커니즘은 요청하지 않은 DATA 패킷의 검색을 방해하고 전체 네트워크가 추월되지 않도록 보호합니다. 바닐라 NDN의 동작은 콘텐츠 중심보다 소비자 중심입니다. 이 제안된 아키텍처는 센서에 의해 감지된 긴급 상황일 수 있는 중요한 DATA의 푸시 기반 전달을 지원합니다.

IOT 배포에서 SLICT[59]는 지리적 위치를 기반으로 보안 전달을 수행하는 메커니즘입니다. SLICT는 노드가 승인되고 신뢰할 수 있는 경우에만 패킷 통신을 보장하기 위해 이웃을 연결하고 발견하는 메커니즘입니다. SLICT는 위치 및 토플로지 변경을 처리하는 안전한 비커닝 프로토콜입니다. SLICT에서 사용되는 명명 체계는 지리적 포워딩에서 네트워크를 통한 독립적인 INTEREST 포워딩을 확인합니다. SLICT[59]는 ICN 기반 WSN에서 수행하는 포워딩 프레임워크를 고려합니다. 대부분의 지리적 메커니즘은 포워딩의 욕심 많은 접근 방식을 기반으로 합니다.

Contiki 및 RIOT와 같은 오늘날의 고급 도구 키트에서는 사용 할 수 없는 그리디 포워딩 기반 지리적 포워딩 메커니즘이 제공됩니다. 경계 라우팅 기술은 로컬 최대값을 피하기 위해 GPSR에서 사용됩니다. 이 기술에서 패킷은 패킷이 주변 모드로 들어간 노드의 좌표를 전달해야 합니다. SLICT에는 TLV(유형 길이 값)라는 필드가 있는데, SLICT는 좌표 정보를 저장하고 플래그는 GPSR이 경계 모드인지 그리디 모드인지를 결정합니다. SLICT 메커니즘은 각각 대규모 농촌 지역과 도시 건물의 희소 배치 및 밀집 배치와 같은 다양한 애플리케이션 시나리오에서 사용됩니다.

무선 센서 네트워크용 CCN-WSN[60]은 패킷을 전달하기 위한 경량 CCN 프로토콜이다. CCN-WSN은 센서 네트워크에서 IP 구현에 대한 진정한 대안입니다. CCNx 프로토콜의 주요 개념은 이 접근 방식에서 결합되는 반면 계산 및 메모리 제약은 향상된 작업을 위해 수정됩니다. CCN-WSN은 INTEREST 패킷에 일정량의 데이터를 추가하는 콘텐츠 이름의 기능을 다루는 유연한 명명 전략입니다. WSN에서 전송되는 작은 데이터는 이 유연한 CCN-WSN의 동기입니다.

지리적 INTEREST 포워딩(GIF)[68]은 또 다른 효율적인 포워딩 방식입니다. 제안된 새로운 계획에서

푸시 기반 트래픽에 대한 지원은 NDN-IOT 환경을 위해 제공됩니다. GIF에는 두 가지 유형의 목표가 있습니다. INTEREST 요청이 없으면 센서 노드는 DATA를 싱크 노드로 보냅니다. 그리고 싱크 노드에게 생산자노드의 존재를 알립니다. Greedy 접근 방식은 에너지를 인식하는 메시지 경로에 GIF에서 사용됩니다. 먼저 네트워크의 모든 노드에서 'Hello 패킷'을 보냅니다. Hello 패킷은 노드의 잔여 에너지, 노드의 신원 및 노드의 위치로 구성됩니다. 이 단계를 이웃 탐색 단계라고 하며 이 절차는 네트워크 시작 중에 한 번 수행됩니다. 데이터 유형과 노드의 좌표는 푸시 메커니즘을 사용하여 노드에서 싱크 노드로 보냅니다. 마지막으로 이웃 및 생산자 테이블이 각 노드에서 업데이트됩니다. 싱크 노드가 생산자 노드로부터 데이터를 요청할 때마다. 충분한 에너지 전력을 가지고 있고 데이터를 생산자 노드로 전달할 수 있는 경로가 있는 생산자에 가장 가까운 이웃을 발견합니다. 데이터 이름 지정, 이웃 검색, 생산자 검색 및 데이터 교환은 체계의 기본 모듈입니다. GIF는 INTEREST 수를 줄여 브로드캐스트 폭풍을 줄이고 패킷 드롭을 줄이며 에너지 효율성을 향상시킵니다.

NDN 기반 WSN의 포워딩 전략은 표 IV에 종합적으로 요약되어 있습니다.

가. 비교 분석

NDN의 무선 센서 네트워크에서 연구 작업은 NDN 기반 MANET 및 VANET에 비해 그리 많지 않습니다. CCN-WSN[60] 및 기본 NDN 접근 방식은 센서 환경에서 그다지 효율적이지 않은 이 도메인의 일부 초기 작업입니다. Directed Diffusion[55]은 이 영역에서 가장 초기에 수행된 작업입니다. DD-NDN[54]은 경로 정보의 가용성을 높이고 충돌을 줄이는 Directed Diffusion 방법론을 향상시킵니다. 일반 바닐라는 푸시 기반 트래픽을 지원합니다. 현재까지 이 영역에서 가장 좋은 작업은 DMIF[57]이며, 여기에는 두 가지 결합된 메커니즘 시시문과 플러딩 모드가 제안되어 있습니다. DMIF는 브로드캐스트 스트림과 에너지 소비를 줄입니다. 이 도메인의 최신 작업은 공급자 인식 전달 메커니즘과 싱크 노드를 사용하여 전달 패킷 흐름의 균형을 맞추는 GIF입니다. GIF [68]는 INTEREST 횟수와 에너지 소비를 줄입니다. GIF는 DMIF와 비교하여 DD-NDN이 매우 좋은 성능을 보이는 이유는 총 INTERESTS 수와 에너지 소비를 줄이는 메커니즘 때문입니다.

VII. 애플리케이션 중 ESH NETWORKS

이 섹션에서는 NDN 기반 WMN(무선 메시 네트워크)의 포워딩 기술에 대해 설명합니다. WMN은 일반적으로 그림 13의 WMN 아키텍처에 표시된 것처럼 메시 클라이언트, 라우터 및 메시 게이트 웨이로 구성됩니다. 무선으로 작동하는 휴대폰, 랩톱 및 기타 장치를 고려하면 이 모든 것이 WMN의 메시 클라이언트입니다. 게이트 웨이를 통해 트래픽을 전달하는데 사용되는 메시 라우터. 메쉬 네트워크는 모바일 또는 고정 장치로 구성될 수 있습니다[6]. 메시 네트워크의 솔루션은 통신의 필요에 따라 다양합니다. 전장 감시와 같은 어려운 상황에서,

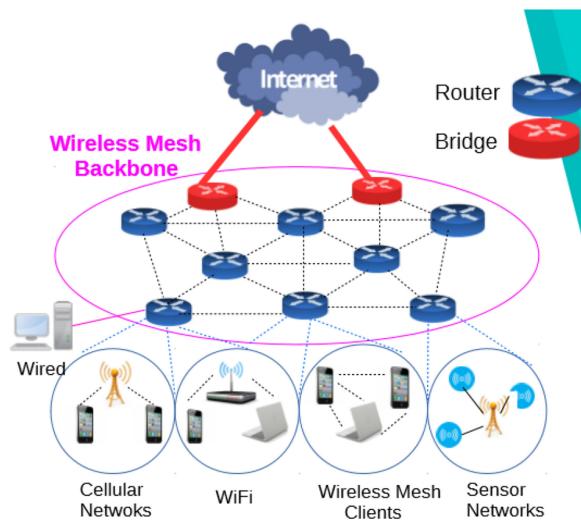


그림 13. 무선 메쉬 네트워크.

석유 굴착 장치, 고속 모바일 비디오 애플리케이션, 비상 상황 및 터널 내 메시 네트워크 솔루션을 사용하여 효과적으로 통신합니다. NDN은 많은 작업과 연구가 진행되고 있는 유망한 아키텍처이지만 멀티미디어 청크 통신에서 흡수를 제한하는 문제가 여전히 있습니다. NDN의 각 청크에 대한 INTEREST는 효율적이고 빠른 방식으로 비디오 콘텐츠의 검색 또는 게시를 지원합니다. 이 섹션에서는 미래형 인터넷 패러다임 NDN에 특정한 WMN의 라우팅 및 전달 메커니즘에 대해 설명합니다.

가. 포워딩 전략

CCN을 통한 실시간 비디오 포워딩 전략이 제시되고 적응형 재전송 방식이라고 합니다[61]. 이 포워딩 메커니즘에서는 무선 모드의 패킷 손실 특성이 비디오 스트리밍 성능에 큰 영향을 미치는 것으로 간주됩니다. 제안된 메커니즘은 비디오 스트리밍 중 패킷 손실을 줄이기 위해 INTEREST 패킷의 효과적인 재전송을 사용하는 새롭고 효율적인 방법입니다. 체계는 재전송 알고리즘을 통합하고 클라이언트측 배포를 기반으로 합니다. 명시적 정체 알림 필드 ECN은 네트워크 정체에 대해 소비자에게 신호를 보내기 위해 재전송 제어 알고리즘에 의해 내장됩니다. ECN 필드는 또한 네트워크의 채널 오류 및 정체를 구분하는 데 도움이 됩니다.

비디오의 라이브 스트리밍을 위한 ICN 관련 메커니즘을 기반으로 ICN 아키텍처와 관련된 셀룰러 네트워크를 통한 P2P 라이브 적응형 애플리케이션[62]이 제안된다. 적응형 및 동적 스트리밍을 위해 CCN 아키텍처가 MPEG DASH와 함께 사용됩니다. 이 제안된 애플리케이션은 근접 네트워크(Wi-Fi Direct)와 셀룰러 3G 네트워크를 모두 최대한 활용하여 동적, 라이브 및 적응형 비디오 스트리밍을 제공합니다. 하나의 흡으로 플 메시 네트워크에 연결된 동일한 비디오 콘텐츠를 시청하는 이웃 소비자 무리가 서로 데이터를 교환하고 콘텐츠를 가져옵니다.

다양한 적응 속도로 공동으로. 셀룰러 네트워크 및 소비자와 비디오 관련 콘텐츠를 제공하는 제작자 또는 비디오 서버의 연결을 통해 Wi-Fi를 통해 둘 다 연결되면 MPEG DASH 기반 응용 프로그램을 사용하여 소비자가 비디오 청크를 공동으로 가져오고 공유합니다. 다른 사람들과 P2P 방식으로.

COCONET(CONtent-centric COMmunication in multihop NETworks)[63]은 CHANET을 MANET 영역을 포함하는 또 다른 포워딩 전략으로 확장하는 증강 아키텍처입니다. COCONET은 무선 메쉬 네트워크의 액세스 세그먼트에서 캐싱과 함께 콘텐츠 전달 및 검색을 지원합니다. COCONET의 콘텐츠 검색은 다음 두 단계에 의존합니다.

1. 콘텐츠 검색

2. 콘텐츠 전달

소비자는 먼저 INTEREST 패킷을 브로드캐스트하고 수신된 DATA 개체를 기반으로 도달 가능한 공급자를 식별합니다.

브로드캐스트 스톰 문제에 대처하기 위해 CCN 기반 무선 메쉬 네트워크에서는 PIF, ReCIF 및 ReCIF+PIF의 세 가지 메커니즘이 제안된다[64]. PIF(Probabilistic INTEREST Forwarding)[64]에서 노드는 확률 p 로 INTEREST 패킷을 전달하며 노드의 중심도 g 는 G (임계값)보다 크고 같습니다. 중심성 g 가 낮고 G 가 같은 경우 표준 CCN 전달 방식을 사용하여 INTEREST 패킷을 전달합니다. PIT를 사용하는 이 메커니즘의 목표는 더 높은 수준의 패킷 전송을 줄이는 것입니다.

표 V
에프주문하기에스전략NDN BASEDWMN에스

Forwarding Strategies in NDN based WMNs					
Forwarding Strategy	Type	Year	Description	Benefit	Related Work
Adaptive retransmission scheme for video streaming over CCN	Adaptive	2013	In this forwarding mechanism packet loss nature of wireless mode is considered that effects performance of video streaming dramatically	Deal with packet loss and congestion	[61]
P2P live adaptive video streaming for ICN cellular networks	Adaptive	2016	make full use of both proximity network Wi-fi direct and cellular 3G network to provide dynamic, live and adaptive streaming of video.	Consumer fetch the video chunks collaboratively and sharing in P2P fashion with others	[62]
COCONET	Hop aware	2015	Content retrieval in COCONET relies on twophases. 1. Content discovery 2. Content delivery	avoidance and mitigation of broadcast storm, Power consumption and signaling overhead is successfully reduced	[63]
PIF	Probabilistic	2016	Probability based forwarding with centrality threshold	Reduce broadcast storm problem	[64]
ReCIF			Aim of ReCIF is to,lessen the forwarding of the Interests that are in already storm condition.	Reduce broadcast storm	[64]
ReCIF+PIF		2016	Combine both PIF and ReCIF a mobile station (MS) seeks to use either 3G/4G or Wi-Fi links opportunistically, and (2) MSs can share content directly by exploiting local Wi-Fi connectivity		[64]
AMVS-NDN	Adaptive	2013	Packet is transmitted by taking the direction and the speed of the high mobile node.	Less cellular traffic and higher quality of video sharing are benefits of AMVS-NDN.	[65]
DAF	Direction aware	2018		Enhance and improve the bandwidth and reliability scenarios of high mobility	[69]

더 많은 수의 이웃을 의미하는 중심성. 더 많은 노드는 중심성이 높은 노드에서 패킷을 전달한 후 매체를 요청하므로 패킷이 브로드캐스트 스톰 문제를 일으킬 수 있습니다.

ReCIF(Retransmission-Counter-based INTEREST Forwarding)[64] 메커니즘은 포워딩 헤더 필드에 포워딩 카운터를 도입하며, 초기 값은 0이고 각 포워딩 단계마다 값이 증가합니다. 중심성 g가 G보다 크고 같은 노드는 ci가 C보다 작은 경우 INTEREST 패킷을 전달합니다($ci = \text{전달 카운터}, C = \text{재전송 임계값}$). 기본 CCN 전달 메커니즘은 g가 G보다 작은 경우 INTEREST를 전달하는 데 사용됩니다. 전달 카운터는 브로드캐스트 스톰 상황에서 더 빠르게 증가합니다. ReCIF의 목표는 이미 폭풍 상태에 있는 INTEREST의 전달을 줄이는 것입니다.

ReCIF + PIF [64] 메커니즘은 PIF와 ReCIF의 기능을 결합합니다. 이 메커니즘에는 전달 카운터도 포함되며 이 메커니즘 전달 중에 ReCIF와 PIF가 모두 고려됩니다.

NDN 아키텍처(AMVS-NDN)의 적응형 모바일 비디오 스트리밍 및 공유[65]는 비디오 스트리밍 문제를 위한 솔루션으로, 모바일 네트워크의 다중 무선 인터페이스(3G 및 Wi-Fi)를 고려합니다. AMVS-NDN 기능은 (1) 이동국(MS) 회선이 기회에 따라 Wi-Fi 또는 3G/4G 링크를 사용하고 (2) 로컬 Wi-Fi 연결을 활용하여 MS가 콘텐츠를 직접 공유할 수 있다는 것입니다. 더 높은 품질의 비디오 공유와 더 적은 셀룰러 트래픽은 AMVS-NDN의 이점입니다.

높은 이동성의 대역폭 및 신뢰성 시나리오를 향상 및 개선하기 위해 무선 메쉬 네트워킹에서 제안된 방향 인식 전달(DAF)[69]. 패킷은 상위 이동 노드의 방향과 속도를 취하여 전송됩니다. 고속 열차는 이 제안된 방식의 예시 시나리오입니다. 제안된 방식은 핸드 오프 지연, 네트워크 부하 및 데이터 중복성을 크게 줄입니다. 패킷 손실률도 크게 향상되었습니다. INTEREST 전달 방향인 INTEREST 전달을 위해 패킷에 추가 DF 비트가 추가됩니다. INTEREST의 올바른 방향은 true DF 플래그에 의해 정의됩니다. 고속 시나리오에서 INTEREST를 전달하기 위해 여러 액세스 노드가 있습니다.

NDN 기반 WMN의 포워딩 전략은 표 V에 종합적으로 요약되어 있습니다.

4. 비교 분석

NDN 기반 WMN에서는 제한된 작업이 제안되었습니다. 결국 ReCIF와 PIF는 WMN에서 최고의 포워딩 전략입니다. ReCIF는 관심 횟수를 제한하고 PIF와 결합하여 좋은 결과를 가져옵니다. COCONET[63]은 또한 브로드캐스트 폭풍과 전력 소비를 피합니다. 이전 전략과 나중에 비교하면 최상의 결과를 얻을 수 있습니다. PIF[64]와 결합된 REeCIF는 브로드캐스트 스톰도 줄이는 확률적 전달 방법을 사용하여 관심 수를 줄입니다. 높은 이동성의 대역폭 및 신뢰성 시나리오를 향상 및 개선하기 위해 무선 메쉬 네트워킹에서 제안된 방향 인식 전달(DAF)[69].

표 VI
에스유용성 및비동부 표준시피공연에프주문하기에스전략여아이스NETWORKS

Forwarding Strategy		Suitability for Wireless Network				Best Performing Strategies
		MANET	VANET	WSN	WMN	
<i>Flooding Based Forwarding</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Blind Forwarding[16], [52]
<i>Adaptive Forwarding</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	SAF[17], AFIRM[72]
<i>Aware Forwarding</i>	Distance Aware	Yes	Yes	Yes	Yes	NVP[49]
	Neighbor Aware					NAIF[25], RUFS[48]
	Context Aware					CARP[39]
	Provider Aware					E-CHANET[21]
	Next hop Aware					GACF[18]
	Location Aware					LOMCF[30], GIF[68], NAVIGO[43]
<i>Congestion Control Forwarding</i>	Direction Aware	Yes	Yes	Yes	Yes	DAF[69], VNDN[51]
	Path Aware					dd-NDN[54]
	Link Stability Aware					LSIF[79]
<i>Energy Efficient Forwarding</i>	Yes	No	Yes	Yes	Yes	SIRC[34]

VIII. 케이아이나문제 및영형펜씨도전 NDN에프주문하기

백서의 이 섹션에서는 NDN을 기반으로 논의된 모든 네트워크에서 포워딩과 관련된 문제를 제시합니다. 포워딩 및 라우팅과 관련된 연구 과제 및 향후 방향도 포괄적으로 논의됩니다. 확장 가능한 NDN 포워딩 플레이어[9]의 설계 내에서 다음과 같은 주요 문제를 식별합니다.

1. 빠른 업데이트로 정확한 문자열 매칭
2. 가변 길이 및 무제한 이름에 대한 LPM(Longest Prefix Matching)
3. 대규모 허름 유지

NDN 포워딩 플레이어는 빠르고 빠른 패킷 이름 조회, 효율적이고 지능적인 포워딩 기술 및 효율적인 캐시 교체 전략을 장려합니다. NDN 전달은 IP와 비교할 때 더 복잡하고 어렵습니다. 브로드캐스트 스트리밍 및 다중 흡수 포워딩도 NDN 포워딩의 문제입니다. NDN 아키텍처의 대규모 배포는 확장 가능한 전달 측면에서 엄청난 노력이 필요합니다. 설문 조사에서 우리는 중요한 설계 원칙과 위에서 논의된 문제 및 최적화를 위한 문제를 해결할 수 있는 잠재적인 기회에 대해 논의합니다. 확장 가능한 포워딩을 위한 몇 가지 효과적인 솔루션은 [9]에서 논의됩니다.

- 정시 작동을 목표로
- 최적화를 위한 URL 형식
- 빠른 업데이트를 위한 간단한 데이터 구조
- 효율적이고 강력한 패킷 인코딩 및 디코딩
- 다양한 콘텐츠 저장소 정책

NDN은 유망한 미래 인터넷 아키텍처 패러다임입니다. NDN은 데이터 컨테이너보다 콘텐츠를 보호하고 콘텐츠의 효율적인 배포를 지원합니다. MANET, VANET, WSN 및 Mesh 네트워크에 적용되는 CCN/NDN 패러다임의 잠재력에 대한 과제는 여전히 존재합니다. 주소 공간 고갈, 이동성, 주소 관리 및 NAT 순회와 같은 일부 전달 문제는 NDN 전달로 해결됩니다. 포워딩 전략은 NDN의 다중 경로 기능을 발견하고 INTEREST 패킷을 포워딩하기 위한 최상의 아웃바운드 인터페이스를 선택합니다. 이는 혼잡 제어, 경로 간 로드 밸런싱, 링크 장애 및 스팟 공격을 지원합니다. CCN 라우팅을 처리하는 제안 수

무선 환경에서의 포워딩 문제는 이러한 주제에 대한 연구 커뮤니티의 관심을 입증합니다. 다양한 네트워크 및 상황에 대한 효율적이고 효과적인 포워딩 전략을 설계하는 데 여전히 열려 있는 과제가 있습니다. MANET과 관련된 장치를 임의의 방향으로 독립적으로 이동하고 다른 장치에 대한 링크를 자주 변경하여 빠르게 변화하는 토플로지에서 극심한 패킷 손실이 발생합니다. 이러한 요구 사항을 충족하는 데 어려움이 있습니다. INTEREST 메시지 범람은 MANET에서 유망한 연구 문제입니다. Flooding은 정체, 중복 및 패킷 손실과 같은 문제를 일으킬 수 있습니다. 무선 링크가 불안정하고 좁은 메쉬 네트워크에서는 콘텐츠 전달 및 패킷 전달 문제가 있습니다. NDN은 효율적인 패킷 전달 및 콘텐츠 전달을 매우 잘 수용하는 풀 기반 콘텐츠 전달 방법을 포함합니다. 메시 네트워크에는 모바일 또는 고정 장치가 포함됩니다. 터널, 전장 감시, 석유 굴착 장치, 고속 모바일 비디오 및 로컬 호출 시스템의 응용 프로그램과 같은 상황/영역에서 많은 양의 상태, 콘텐츠 접두사 및 경로 지정 명령 배포도 문제입니다. 로드 밸런싱 및 INTEREST 시간 초과 확장성도 주요 과제입니다. 효율적인 로드 밸런싱을 통해 노드의 에너지를 방지하는 효율적인 결과를 얻을 수 있기 때문에 WSN과 관련된 포워딩 메커니즘에서 로드 밸런싱은 매우 중요합니다. 간단하고 안전한 네임스페이스 매핑은 확장성 문제에 대한 가능한 솔루션입니다. 따라서 네임스페이스 디자인은 진지한 연구 영역입니다. 의도한 범위 내에서 데이터를 가져오는 효율적인 전략은 새로운 연구 영역입니다. PIT에 대한 효율적인 조회 및 운영은 연구 과제입니다. 매우 동적인 네트워크에서 NDN 이동성을 처리하는 것은 공개 연구 문제입니다. 오류 감지, 복구 및 오류 제어는 NDN 포워딩 플레이어의 책임입니다. NDN 포워딩에서 라우팅의 역할이 감소함에 따라 현재 인터넷에 아직 존재하지 않는 포워딩 및 라우팅 영역에 대한 광범위한 연구가 필요합니다.

IX. 씨결론

이 백서에서는 NDN의 아키텍처, 포워딩 전략, 포워딩 전략의 개선 및 수정, 무선 애드혹 네트워크에서 NDN의 역할에 대해 논의했습니다. 포워딩 전략에 중점을 두었습니다.

그리고 이 백서의 공개 과제. NDN을 더 잘 이해하기 위해 NDN과 IP를 간략하게 비교했습니다. 포워딩 전략은 더 넓은 관점과 이해를 위해 잘 분류되었습니다. MANET, VANET, WSN 및 WMN은 이 조사를 수행한 네트워크입니다. 위의 사용하지 않는 네트워크에서 포워딩 전략에 대한 애플리케이션 시나리오 및 사용 사례에 대해서도 논의했습니다. NDN의 포워딩, 공개 과제 및 향후 연구 방향에 관한 문제도 논의되었습니다.

대체로 이 백서에서 수행된 설문 조사는 무선 ad hoc 네트워크에서 보다 지능적이고 향상된 포워딩 전략을 설계할 수 있는 충분한 공간이 있음을 보여줍니다. 또한 이 설문 조사 보고서는 NDN의 연구 커뮤니티가 이 연구 주제에 더 많은 노력을 기울일 것을 권장합니다.

아르 자형참조

- [1] *NDN 프로젝트 개요*. 액세스: 2018년 6월 23일. [온라인]. 이용 가능: <http://www.nameddata.net/project/>
- [2] *NDN 프로젝트 아키텍처*. 액세스: 2018년 6월 23일. [온라인]. 이용 가능: <http://www.nameddata.net/project/faq/>
- [3] (2018). 명명된 데이터 네트워킹. 액세스: 2018년 6월 24일. [온라인]. 이용 가능: https://en.wikipedia.org/wiki/Named_data_networking
- [4] L. 장 외., "NDN(Named Data Networking) 프로젝트" Xerox Palo Alto Res. Center, Palo Alto, CA, USA, Rep. NDN-0001, 2010.
- [5] 모바일 애드혹 네트워크. 액세스: 2018년 6월 24일. [온라인]. 이용 가능: https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_ad_hoc_network
- [6] 무선 메시 네트워크. 액세스: 2018년 6월 24일. [온라인]. 이용 가능: https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_mesh_network
- [7] 무선 센서 네트워크. 액세스: 2018년 6월 24일. [온라인]. 이용 가능: https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network
- [8] M. Amadeo, C. Campolo, A. Molinaro 및 G. Ruggeri, "콘텐츠 중심 무선 네트워킹: 설문 조사" 컴퓨팅 네트워크, 권. 72, pp. 1–13, 2014년 10월.
- [9] H. Yuan, T. Song 및 P. Crowley, "확장 가능한 NDN 전달: 개념, 문제 및 원칙", 절차 IEEE 21st Int. 회의 컴퓨팅 공동. 네트워크 (ICCCN), 2012, pp. 1–9.
- [10] *NDN 아키텍처 개요*. 액세스: 2018년 6월 23일. [온라인]. 이용 가능: <http://www.nameddata.net/project/archoviewer/>
- [11] (2016). *NDN의 설계 원칙*. 접속일: 2018년 7월 2일. [온라인]. https://named-data.net/wp-content/uploads/2016/07/design_principle_ndn_ietf.pdf
- [12] (2018). 무선 센서 네트워크. 액세스: 2018년 6월 24일. [온라인]. 이용 가능: https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_ad_hoc_network
- [13] L. Raja 및 SS Baboo, "MANET 개요: 응용 프로그램, 공격 및 문제", 국제 J. 컴퓨터 과학. 모바일 컴퓨팅, 권. 3, 아니오. 1, 408~417쪽, 2014년.
- [14] C. Yi, A. Afanasyev, L. Wang, B. Zhang 및 L. Zhang, "명명된 데이터 네트워킹의 적응형 전달", ACM SIGCOMM 컴퓨팅. 공동. 신부님., 권. 42, 아니. 3, 62~67쪽, 2012년.
- [15] D. Posch, B. Rainer 및 H. Hellwagner, "SAF: 명명된 데이터 네트워킹의 확률적 적용 전달", IEEE/ACM 트랜스. 네트워크, 권. 25, 아니. 2, pp. 1089–1102, 2017년 4월.
- [16] M. Amadeo, C. Campolo 및 A. Molinaro, "명명된 데이터 무선 임시 네트워크의 전달 전략: 설계 및 평가", J. Netw. 컴퓨팅 신청, 권. 50, pp. 148–158, 2015년 4월.
- [17] Y. Lu, B. Zhou, L.-C. Tung, M. Gerla, A. Ramesh 및 L. Nagaraja, "모바일 클라우드의 에너지 효율적인 콘텐츠 검색", 절차 제2회 ACM SIGCOMM 워크숍 Mobile Cloud Comput., 2013, pp. 21–26.
- [18] L. Chengming, L. Wenjing 및 K. OKAMURA, "명명된 데이터 네트워킹을 위한 탐욕스러운 개미 식민지 전달 알고리즘", 절차 아시아 태평양 고급 네트워크, 권. 34, 2013, pp. 17–26.
- [19] M. Meisel, V. Pappas 및 L. Zhang, "먼저 듣고 나중에 방송: 높은 역학 하에 서 토플로지 불가지론적 전달", 절차 안누. 회의 국제 기술. 알라이언스 네트워크 Inf. 과학., 2010, p. 8.
- [20] SY Oh, D. Lau, M. Gerla, "전술 및 비상 MANET의 콘텐츠 중심 네트워킹", 절차 IEEE IFIP 무선 일수(WD), 2010, pp. 1–5.
- [21] M. Amadeo, A. Molinaro 및 G. Ruggeri, "E-CHANET: 정보 중심 멀티홉 무선 네트워크의 라우팅, 포워딩 및 전송", 컴퓨팅 공동., 권. 36, 아니. 7, pp. 792–803, 2013.
- [22] M. Amadeo 및 A. Molinaro, "CHANET: IEEE 802.11 MANET을 위한 콘텐츠 중심 아키텍처", 절차 IEEE Int. 회의 네트워크 미래(NOF), 2011, pp. 122–127.
- [23] S. Yao, X. Zhang, F. Lao, Z. Guo, "MobileCCN: 스마트폰을 통한 무선 애드 혹 콘텐츠 중심 네트워크", 절차 ACM 국제 회의 미래 인터넷 기술., 중국 베이징, 2013, pp. 5–7.
- [24] YT 유, RB 달마가니, S. 칼로, MY 사나디디, M. Gerla, "명명된 데이터 MANET의 관심 전파", 절차 IEEE Int. 회의 컴퓨팅 네트워크 공동. (ICNC), 2013년 1월, pp. 1118–1122.
- [25] F. Angius, M. Gerla 및 G. Pau, "BLOOGO: 무선 NDN용 블룸 필터 기반 가십 알고리즘", 절차 1차 ACM Workshop Emerg Name Orient. 모바일 네트워크 디자인 건축기. 알고리즘 적용, 2012, pp. 25–30.
- [26] F. Angius, A. Bhiday, M. Gerla 및 G. Pau, "MADN: 다중 경로 임시 데이터 네트워크 프로토 타입 및 실험", 절차 IEEE 9th Int. 무선 통신. 모바일 컴퓨팅. 회의 (IWCMC), 2013, pp. 686–693.
- [27] J. Kim, D. Shin, Y.-B. 고, "TOP-CCN: 모바일 애드혹 네트워크를 위한 토플로지 인식 콘텐츠 중심 네트워킹", 절차 19번째 IEEE Int. 회의 네트워크 (상), 2013, pp. 1–6.
- [28] 미스터 마이젤, BOND: 명명된 데이터로 모바일 네트워크 통합, 대학. 캘리포니아 로스엔젤레스, 로스엔젤레스, 캘리포니아, 미국, 2011년.
- [29] H. Han, M. Wu, Q. Hu 및 N. Wang, "Best route, error broadcast: A contentcentric forwarding protocol for MANETs," in 절차 IEEE 80th Veh. 기술. 회의 (VTC 하락), 2014, pp. 1–5.
- [30] RA Rehman 및 B.-S. Kim, "LOMCF: 명명된 데이터 네트워킹 기반 MANET 의 전달 및 캐싱", IEEE 트랜스. 차량 기술., 권. 66, 아니. 10, pp. 9350–9364, 2017년 10월.
- [31] RA Rehman, TD Hieu, H.-M. Bae, S.-H. Ma, 그리고 B.-S. Kim, "NDN 기반 MANET을 위한 강력하고 효율적인 다중 경로 관심 전달", 절차 9th IFIP 무선 모바일 네트워크. 회의 (WMNC), 2016, pp. 187–192.
- [32] RA Rehman, SH Ahmed 및 B.-S. Kim, "OEFS: 명명된 데이터 무선 애드혹 네트워크를 위한 주문형 에너지 기반 포워딩 전략," IEEE 액세스, 권. 5, pp. 6075–6086, 2017.
- [33] Y. Ren, J. Li, S. Shi, L. Li, G. Wang 및 B. Zhang, "명명된 데이터 네트워킹의 혼잡 제어 - 설문 조사" 컴퓨팅 공동., 권. 86, pp. 1–11, 2016년 7월.
- [34] M. Amadeo, A. Molinaro, C. Campolo, M. Sifalakis 및 C. Tschudin, "명명된 데이터 무선 네트워킹을 위한 전송 계층 설계" 절차 IEEE 회의 컴퓨팅 공동. 워크숍(INFOCOM WKSHPS), 2014, pp. 464–469.
- [35] N. Rozhnova 및 S. Fdida, "CCN 통신을 위한 효과적인 흡간 관심사 형성 메커니즘", 절차 IEEE 회의 컴퓨팅 공동. 워크숍(INFOCOM WKSHPS), 2012, pp. 322–327.
- [36] G. Carofiglio, M. Gallo 및 L. Muscariello, "콘텐츠 중심 네트워크를 위한 합동 흡 바이 흡 및 수신자 기반 관심 제어 프로토콜," ~에 절차 ACM 2판. ICN 워크샵 Inf. 중심 네트워크, 2012, pp. 37–42.
- [37] F. Zhang, Y. Zhang, A. Reznik, H. Liu, C. Qian 및 C. Xu, "명시적 혼잡 제어 기능을 갖춘 콘텐츠 중심 네트워킹을 위한 전송 프로토콜," ~에 절차 IEEE 23rd Int. 회의 컴퓨팅 공동. 네트워크 (ICCCN), 2014, pp. 1–8.
- [38] O. Adem, S.-J. Kang, Y.-B. 고, "콘텐츠 중심 모바일 애드혹 네트워크에서의 패킷 손실 회피", 절차 IEEE 15번째 Int. 회의 고급 공동. 기술. (ICACT), 2013, pp. 245–250.
- [39] F. Ahmad 및 A. Adnane, "차량 네트워크에서 신뢰 기반 컨텍스트 인식 라우팅 프로토콜 설계", 절차 9차 IFIP WG 11.11 Int. 회의 트리스트매니저., 함부르크, 독일, 2015년 5월.
- [40] S. Batish, B. Mehan, R. Bhatia 및 A. Dhiman, "VANET의 최근 문제 및 응용 프로그램에 대한 포괄적인 검토," 고급 컴퓨팅 과학. Inf. 기술., 권. 2, 아니. 0, 6, pp. 508–512, 4월–6월. 2015.
- [41] X. Liu, MJ Nicolau, A. Costa, J. Macedo 및 A. Santos, "차량 명명 데이터 네트워킹을 위한 지리적 기하주의 전달 전략", 지능형 분산 컴퓨팅 IX. 참, 스위스: Springer, 2016, pp. 509–521.
- [42] C. Bian, T. Zhao, X. Li, W. Yan, "도시 VANET 시나리오에서 데이터 보급을 위한 명명된 데이터 네트워킹 강화", 차량 공동., 권. 2, 아니. 4, pp. 195–207, 2015.
- [43] G. Grassi, D. Pesavento, G. Pau, L. Zhang 및 S. Fdida, "NAVIGO: 차량 명명 데이터 네트워킹에서 지리적 위치에 의한 관심 전달", 절차 IEEE 16번째 Int. 종상 세계 무선 모바일 멀티미디어 네트워크. (와우망), 2015, pp. 1–10.

- [44] G. Deng, X. Xie, L. Shi, R. Li, "명명된 데이터 네트워킹을 통한 VANET의 하이브리드 정보 전달", *절차 IEEE 26주년 국제 증상 당. 실내 모바일 라디오 Commun. (PIMRC)*, 2015, pp. 1940–1944.
- [45] Z. Lin, M. Kuai 및 X. Hong, "NDN을 사용하는 차량 네트워크의 안정적인 포워딩 전략", *절차 IEEE 84th Veh. 기술. 회의 (VTC-가을)*, 2016, pp. 1–5.
- [46] SH Ahmed, SH Bouk, MA Yaqub, D. Kim, H. Song 및 J. Lloret, "CODIE: 차량 명명 데이터 네트워크에서 제어된 데이터 및 관심 평가", *IEEE 트랜스. 차량 기술.*, 권. 65, 아니. 6, pp. 3954–3963, 2016년 6월.
- [47] SH Ahmed, SH Bouk, MA Yaqub, D. Kim 및 M. Gerla, "CONET: 차량 명명 데이터 네트워크에서 제어된 데이터 패킷 전파", *절차 13번째 IEEE 연차 소비 공동. 네트워크 회의 (CCNC)*, 2016, pp. 620–625.
- [48] SH Ahmed, SH Bouk, D. Kim, "RUFS: 차량 콘텐츠 중심 네트워크에서 강력한 포워더 선택", *IEEE Commun. 레트 사람.*, 권. 19, 아니. 9, pp. 1616–1619, 2015년 9월.
- [49] MF Majeed, SH Ahmed, S. Muhammad 및 MN Dailey, "PDF: 차량용 NDN의 푸시 기반 데이터 전달", *절차 ACM 14주년 국제 회의 모바일 시스템 신청 서비스 동반자*, 2016, p. 54.
- [50] M. Kuai, X. Hong 및 Q. Yu, "차량 이름 데이터 네트워킹에서 밀도 인식 지역 허용 관심 전달", *절차 IEEE 84th Veh. 기술. 회의 (VTC-가을)*, 2016, pp. 1–5.
- [51] C. Sabin, V. Raychoudhury, G. Marfia 및 A. Singla, "지역 허용 네트워크에서 라우팅 및 데이터 보급에 대한 조사", *J. Netw. 컴퓨팅 신청*, 권. 67, pp. 128–146, 2016년 5월.
- [52] D. Saxena, V. Raychoudhury 및 C. Becker, "V-NDN에서 이름 기반 포워딩 체계의 구현 및 성능 평가", ~에 *절차 18th Int. 회의 배포 컴퓨팅 네트워크*, 2017, p. 35.
- [53] X. Wang, W. Liu, L. Yang, W. Zhang 및 C. Peng, "차량 애드혹 네트워크를 위한 새로운 콘텐츠 중심 라우팅 프로토콜", *절차 IEEE 22번째 아시아-태평양 회의 공동. (APCC)*, 2016, pp. 552–558.
- [54] M. Amadeo, C. Campolo, A. Molinaro 및 N. Mitton, "명명된 데이터 네트워킹: 무선 센서 네트워크에서 데이터 수집을 위한 자연스러운 디자인", *절차 IEEE IFIP 무선 일수(WD)*, 2013, pp. 1–6.
- [55] C. Intanagonwiwat, R. Govindan, D. Estrin, J. Heidemann 및 F. Silva, "무선 센서 네트워킹을 위한 직접 확산", *IEEE/ACM 트랜스. 네트워크*, 권. 11, 아니. 1, pp. 2–16, 2003년 2월.
- [56] Y. Cui 및 J. Cao, "무선 센서 네트워크를 위한 향상된 직접 확산", *절차 IEEE Int. 회의 무선 통신. 네트워크 모바일 컴퓨팅. (와이콤)*, 2007, pp. 2380–2383.
- [57] S. Gao, H. Zhang, B. Zhang, "NDN 기반 무선 센서 네트워크의 에너지 효율적인 관심 전달", *모바일 인프라 시스템*, 권. 2016년 3월, Art. 아니요. 3127029.
- [58] SH Bouk, SH Ahmed, D. Kim, H. Song, "네임드 데이터 네트워킹 기반 스마트 시티용", *IEEE Commun. 잡지*, 권. 55, 아니. 1, pp. 105–111, 2017년 1월.
- [59] M. Enguehard, RE Droms 및 D. Rossi, "SLICT: 지역화된 정보 중심 사물 보호", *절차 ICN*, 2016, pp. 255–260.
- [60] Z. Ren, MA Hail 및 H. Hellbruck, "CCN-WSN: 무선 센서 네트워크를 위한 가볍고 유연한 콘텐츠 중심 네트워킹 프로토콜", ~에 *절차 IEEE 8th Int. 회의 인텔. 센서 센서 네트워크 Inf. 프로세스*, 2013, pp. 123–128.
- [61] T. Enseignant 및 G. Neglia, *Rapport de stage defin détudes 2012*, Nice Sophia Antipolis Univ., 니스, 프랑스, 2012.
- [62] A. Detti, B. Ricci 및 N. Blefari-Melazzi, "정보 중심 셀룰러 네트워크를 위한 피어 투 피어 라이브 적응형 비디오 스트리밍", *절차 IEEE 24번째 Int. 증상 당. 실내 모바일 라디오 Commun. (PIMRC)*, 2013, pp. 3583–3588.
- [63] M. Amadeo, A. Molinaro 및 G. Ruggeri, "메시 네트워킹의 에너지 효율적인 콘텐츠 중심 접근 방식", *절차 IEEE Int. 회의 공동. (ICC)*, 2012, pp. 5736–5740.
- [64] DM Mascarenhas 및 IM Moraes, "정보 중심 무선 메시 네트워크에서 관심 패킷 전달 제한", *절차 IEEE IFIP 무선 일수(WD)*, 2014, pp. 1–6.
- [65] B. Han, X. Wang, N. Choi, T. Kwon, and Y. Choi, "AMVS-NDN: Adaptive mobile video streaming and sharing in wireless named data networking.", in *절차 IEEE 회의 컴퓨팅 공동. 워크숍(INFOCOM WKSPS)*, 2013, pp. 375–380.
- [66] MND Satria, FH Ilma 및 NR Syambas, "팔라파 링 네트워크에서 명명된 데이터 네트워킹과 IP 기반 네트워킹의 성능 비교", *절차 IEEE 3rd Int. 회의 무선 웰레메틱스(ICWT)*, 2017년 7월, 43~48쪽.
- [67] RL Aguiar, "모래시계에 대한 몇 가지 논평", *ACM SIGCOMM 컴퓨팅. 공동. 신부님*, 권. 38, 아니. 5, pp. 69–72, 2008.
- [68] A. Aboud, H. Touati 및 B. Hnich, "NDN 기반 사물 인터넷의 효율적인 전달 전략", *클러스터 컴퓨팅*, 권. 22, 아니. 3, pp. 805–818, 2019.
- [69] F. Wu, W. Yang, R. Chen, X. Xie, "NDN 무선 네트워크를 통한 고속 열차용 광대역 통신", *청화 과학. 기술.*, 권. 23, 아니. 4, 419~430쪽, 2018년.
- [70] B. Rainer 및 S. Petscharnig, "차량 대 사물 통신에서 명명된 데이터 네트워킹의 도전과 기회: 리뷰", *정보*, 권. 9, 아니. 11, p. 264, 2018.
- [71] H. Qian, R. Ravindran, GQ Wang 및 D. Medhi, "명명된 데이터 네트워킹의 확률 기반 적응형 전달 전략", *절차 IFIP/IEEE 국제. 증상 통합 네트워크 관리 (나는)*, 2013년 5월, pp. 1094–1101.
- [72] M. Meddeb, A. Dhraief, A. Belghith, T. Monteil, K. Drira 및 S. Gannouni, "AFIRM: NDN/IoT 네트워크에서 이동성 지원을 위한 적응형 전달 기반 링크 복구", *미래세대. 컴퓨팅 시스템*, 권. 87, pp. 351–363, 2018년 10월.
- [73] Z. Rezaeifar, J. Wang, H. Oh, S.-B. Lee, J. Hur, "A Reliable Adaptive Forwarding Approach in Named Data Networking," *미래세대. 컴퓨팅 시스템*, 권. 96, pp. 538–551, 2019년 7월.
- [74] A. Boukerche 및 RWL Coutinho, "LoICen: 차량 네트워크에서 콘텐츠 배포를 위한 새로운 위치 기반 및 정보 중심 아키텍처", *애드혹 네트워크*, 권. 93, 2019년 10월, Art. 아니요. 101899.
- [75] RW Coutinho, A. Boukerche 및 X. Yu, "차량 명명 데이터 네트워크를 위한 새로운 위치 기반 콘텐츠 배포 프로토콜", *절차 IEEE 심프. 컴퓨팅 공동. (ISCC) 2018년 6월*, pp. 1007–1012.
- [76] Y. 리외., "ICN 기반 차량 Ad Hoc 네트워크를 위한 상황 인식 데이터 보급", *정보*, 권. 9, 아니. 11, p. 263, 2018.
- [77] X. Yu, RW Coutinho, A. Boukerche 및 AA Loureiro, "차량 정보 중심 네트워크를 위한 거리 기반 관심 전달 프로토콜", *절차 IEEE 28주년 국제 증상 당. 실내 모바일 라디오 Commun. (PIMRC)*, 2017년 10월, 1~5페이지.
- [78] 리 이. 외., "ICN 기반 VANET에 대한 브로드캐스트 억제를 통한 거리 지원 정보 보급", in *절차 국제 회의 인터넷 차량*, 2016년 12월, 179–193쪽.
- [79] AM De Sousa, FRC Araújo 및 LN Sampaio, "차량 명명 데이터 네트워크를 위한 링크 안정성 기반 관심 전달 전략", *IEEE 인터넷 컴퓨팅*, 권. 22, 아니. 3, pp. 16–26, 5월/6월 2018.
- [80] A. Boukerche, RWL Coutinho 및 X. Yu, "LISIC: 차량 정보 중심 네트워크를 위한 링크 안정성 기반 프로토콜", *절차 IEEE 14번째 Int. 회의 모바일 애드혹 센서 시스템 (대량의)*, 2017, pp. 233–240.
- [81] M. Varvello, I. Rimac, U. Lee, L. Greenwald 및 V. Hilt, "콘텐츠 중심 MANET 설계에 관하여" *절차 국제 회의 무선 주문형 Netw. 시스템 서비스 (WONS)*, Bardonecchia, 이탈리아, 2011년 1월, pp. 1–8.
- [82] L. Wang, A. Afanasyev, R. Kunts, R. Vuyyuru, R. Wakikawa 및 L. Zhang, "이름이 지정된 데이터를 사용한 신속한 교통 정보 보급", *절차 ACM NoM 워크숍*, 2012, pp. 7–12.



아사돌라 타리크 2016년 파키스탄 라호르에 있는 편자브 대학교 PUCIT에서 컴퓨터 과학 학사 학위를 받았습니다. 현재 국립 컴퓨터 및 신생 과학 대학교(National University of Computer and Emerging Sciences, FAST- NUICES), 파키스탄 Chiniot-Faisalabad Campus, Dr. RA Rehman 감독. 그는 또한 파키스탄 라호르에 있는 The Superior University의 컴퓨터 과학 교수진으로 재직하고 있습니다. 그의

연구는 명명된 데이터 아키텍처, 무선 네트워킹(Ad Hoc, 센서, VANET), 효율적이고 강력한 라우팅 프로토콜, 네트워크 모델링 및 사물 인터넷을 위한 에너지 인식 프로토콜 설계와 관련된 문제에 중점을 둡니다.



라나 아시프 레만(M'17) M.Sc. 2010년 파키스탄 Multan에 있는 Bahauddin Zakariya University에서 컴퓨터 과학 학위를, 2012년 파키스탄 이슬라마바드에 있는 International Islamic University에서 컴퓨터 과학 석사 학위를, 2012년에는 Ph.D. 2016년 홍익대학교에서 전자 및 컴퓨터 공학 학사 학위를 B.-S. 김. Cisco Certified Network Associate이자 Microsoft Certified Professional이기도 합니다. 2013년에 그는 라호르에 있는 Sargodha 대학의 강사였습니다.

캠퍼스, 파키스탄. 그는 현재 파키스탄 Chiniot-Faisalabad Campus에 있는 National University of Computer and Emerging Sciences의 컴퓨터 공학과 조교수입니다. 그의 연구 관심 분야는 에너지 효율적인 라우팅 프로토콜, 교차 계층 아키텍처, 인지 무선 애드혹 네트워크를 위한 캐싱 및 포워딩, 명명된 데이터 네트워킹 기반 무선 네트워크의 설계 및 개발을 포함합니다. 그는 KSII, IEEE Computer Society, IEEE Communication Society, IEEE Signal Processing Society 및 IEEE Young Professionals의 회원입니다.



김병서(M'02-SM'17)은 1998년 인하대학교 전기공학과에서 학사 학위를 받았으며, 1998년에 석사 및 박사 학위를 받았습니다. University of Florida에서 각각 2001년과 2004년에 전기 및 컴퓨터 공학 학위를 받았습니다. 그의 박사. Y. Fang 박사가 연구를 감독했습니다. 1997년부터 1999년까지 한국 파주 소재 Motorola Korea Ltd.에서 컴퓨터 통합 제조 엔지니어로 첨단 기술 연구 및 개발을 담당했습니다. 2005년 1월부터 2007년 8월까지

Motorola Inc., Schaumburg, IL, USA, 네트워크 및 엔터프라이즈 분야의 수석 소프트웨어 엔지니어. 그의 연구 초점은 Motorola Inc.에서 무선 광대역 미션 크리티컬 통신의 프로토콜 및 네트워크 아키텍처를 설계하는 것이었습니다. 2012년부터 2014년까지 홍익대학교 소프트웨어통신공학과 학과장으로 역임했으며 현재는 교수로 재직 중이다. 그의 작품은 약 210개의 간행물과 25개의 특허에 등장했습니다. 그의 연구 관심 분야는 링크 적응형/교차 계층 기반 프로토콜, 다중 프로토콜 구조, 무선 CCN/NDN, 모바일 에지 컴퓨팅, 광대역 PLC를 위한 물리 계층 설계, 리소스 할당 알고리즘을 포함한 효율적인 무선/유선 네트워크의 설계 및 개발입니다. 무선 네트워크용. 그는 2017년 제3회 IWWCN 총회장을 역임했으며, IEEE VTC 2014-Spring, EAI FUTURE2016, ICGHIT 2016-2019 컨퍼런스의 TPC 회원. 그는 특별 호의 객원 편집자로 활동했습니다.

나국제제이우리의디배포됨에스센서NETWORKS(세이지),
IEEE A액세스, MDPI 센서, 그리고 전자정보공학회지. 세종시 건축심의위원회 위원,
안산시 설계자문위원을 역임하였다. 그는 IEEE A의 연합 편집자입니다.액세스.