

	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일

# Mobile IP를 이용한 네트워크 이동성 통신 기술 개발결과보고서

	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일


## 문서 정보

구 분	소 속	성 명	비 고
제 목	Mobile IP를 이용한 네트워크 이동성 통신 기술 개발서		
작성자 및 검토자	한국전자기술연구원	정한균	
	한국전자기술연구원	성동규	
문서 버전	0.1		
상 태	작성중		
문서 소유	한국전자기술연구원 모빌리티플랫폼연구센터		

	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일


## 개정 이력

수정 일자	수정자	문서 버전	내 용
2023년 8월 21일	성동규	0.1	- 초안 작성 시작
			-
			-
			-
			-
			-
			-

	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일

## 차 례

1. 개요 .....	4
1.1. Mobile IP .....	5
1.2. 용어 .....	5
1.2.1. 터널링 .....	5
2. 라우팅 예제 .....	7
2.1. 예제1. MN HA 직접 접속 .....	7
2.1.1. 노드 장치 별 라우팅 테이블 설정 방법 .....	8
2.2. 예제2. MN가 FA를 통해 HA에 접속 .....	10
2.2.1. HA와 FA의 Tunneling을 위한 설정(IP in IP) .....	11
2.2.2. 노드 장치 별 라우팅 테이블 설정 방법 .....	12
3. 참고문헌 .....	14

	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일

## 1. 개요

### 1.1. 목적

본 문서에는 Mobile IP 표준을 이용해 이동하는 장치가 서로 다른 서브넷을 이동할 때, 고정된 IP Address로 네트워크와 접속을 유지하는 네트워크 이동성 기술 개발의 프로토콜, 소프트웨어의 구조 및 API를 정의한다.

### 1.2. 범위


본 문서는 다음 내용을 포함한다.

- 네트워크 이동성 소프트웨어 구조
- 네트워크 이동성 API
- 네트워크 이동성 ?

### 1.3. 용어 및 약어

표 1 용어

항목	약자	설명	비고
Mobile Node	<b>MN</b>	하나의 네트워크 또는 서브넷에서 다른 네트워크 또는 서브넷으로 연결점을 변경하는 장비	
Home Agent	<b>HA</b>	MN의 Home Address로 서비스를 제공하는 라우터로 MN이 Home 네트워크에서 멀어졌을 때, 터널링을 통해 데이터그램은 전달	
Foreign Agent	<b>FA</b>	FA의 주소인 CoA로 서비스를 제공하는 라우터로 MN이 접속해있는 동안 HA로부터 터널링된 데이터그램을 디터널링해 MN으로 전달	
Care-of Address	<b>CoA</b>	HA가 MN으로 터널링을 통해 데이터그램을 전달할 때, 디터널링을 하는 터널의 종료지점으로 아래 두가지 유형의 주소를 사용할 수 있음 - FA CoA는 MN이 등록된 FA의 주소 - co-located CoA는 MN의 네트워크 장치 중 하나와 연관된 외부에서 획득한 Local address	
Correspondent Node	<b>CN</b>	MN과 통신하는 Peer로 본 문서에서는 Station이 해당	
Foreign Network	-	MN의 Home 네트워크와 다른 네트워크	
Home Address	-	MN가 접속한 네트워크와 관계없이 유지되는 MN의 IP Address로 MN의 HA와 같은 서브넷을 사용	
Home Network	<b>HN</b>	MN의 Home Address와 같은 서브넷을 갖는 네트워크 혹은 가상 네트워크 표준 IP 라우팅을 통해 MN Home Address로 향하는 데이터그램을 MN의 HN으로 전달	
Tunnel		캡슐화된 데이터그램의 경로로 이 데이터그램은 캡슐을 해제 할 수 있는 노드까지 라우팅이 되고 해당 노드는 최종목적지로 데이터그램은 전달	

	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일

## 2. 네트워크 이동성 기술 개요

### 2.1. Mobile IP

Mobile IP는 IETF의 표준 통신 프로토콜로 MN(Mobile Node)들이 고정된 IP 주소를 유지하며 네트워크 간 이동을 할 수 있도록 고안되었다. RFC 5944(IP Mobility Support for IPV4)[1]에 기술되어 있으며 아래 기능을 포함한다.

- 각 MN는 현재 연결된 인터넷과 관계없이 항상 같은 IP address(Home Address)로 식별
- MN는 HA 네트워크와 Home Address, FA 네트워크의 CoA(Care-of-Address)에 연결되면, 현재 접속된 인터넷 연결점의 정보를 전달한다. HA는 이 정보를 이용해 해당 CoA를 등록
- HA는 MN
- 

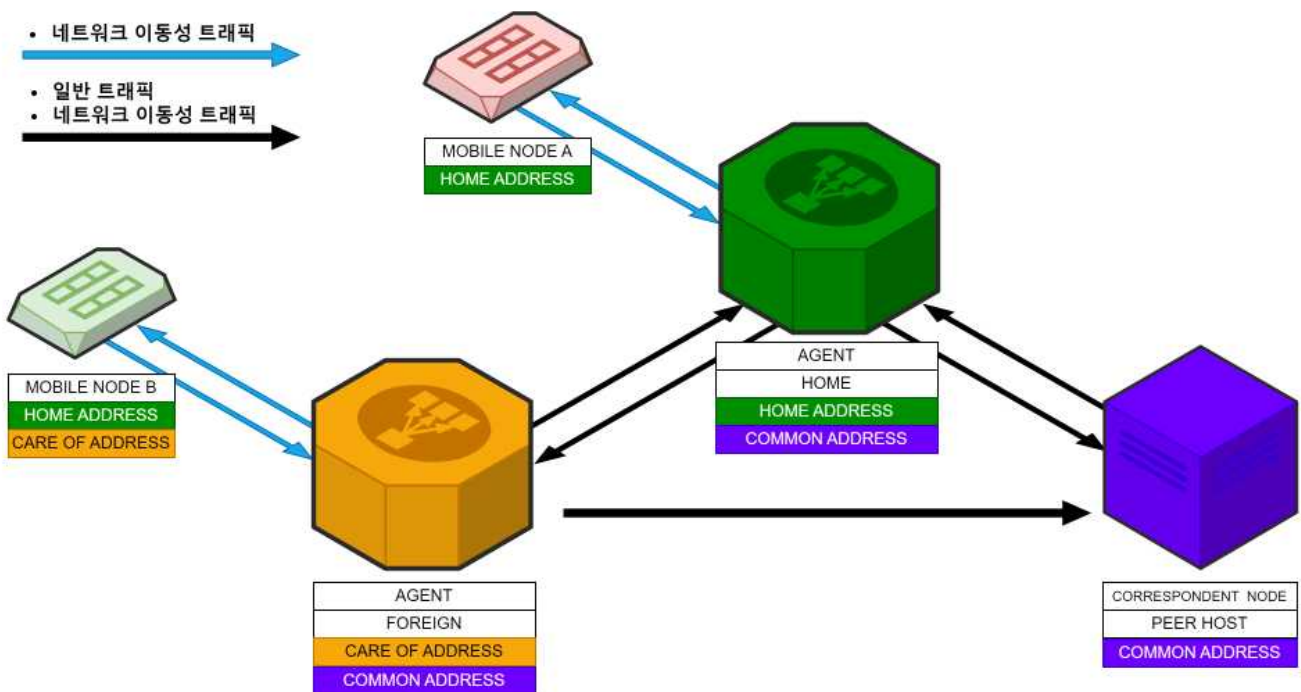



그림 3. Mobile IP 기술 예시 그림(MOBILE NODE A, B 모두 AGENT(HOME)와 같은 서브넷을 갖는 각각의 Home Address를 이용해 CORRESPONDENT NODE(PEER HOST)와 통신을 함)

## 2.2. 네트워크 이동성 기술

### 2.2.1. 정보 제공자

#### 2.2.1.1. A

A는 정보를 제공하는 ?로 정보를 정보 수요자에게 제공하거나 정보 요청자의 요청에 따라 정보를 공급한다. 네트워크 이동성 기술에서는 CA(Correspond Node)에 해당한다.

	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일

## 2.2.2. 정보 중계자

### 2.2.2.1. HA or FA


HA는 또 다른 HA와 A와 같은 네트워크(인터넷)를 공유해 연결되어 있다. 또한 정보 요청자/수요자인 MN와 네트워크(MobileIP의 HAN(Home Agent Network) 또는 FAN(Foreign Agent Network))를 공유한다. 정보 중계자는 아래와 같은 기능을 수행한다.

- 정보 중계자는 자신의 트래픽을 전달하는 정보 제공자, 정보 중계자, 정보 수용자의 정보를 송신한다.
- 정보 제공자 A로부터 받은 트래픽을 정보 중계자 HA에 연결된 정보 수용자 MN에게 전달한다.
- 정보 요청자 MN로부터 받은 트래픽을 정보 중계자 HA에 연결된 정보 제공자 A에게 전달한다.
- 정보 요청자/수용자 MN가 정보 중계자 FA에 연결되어 있을 때, 정보 제공자의 트래픽을 또 다른 정보 중계자 FA에 전달한다.
- 정보 중계자 FA는 연결된 MN의 트래픽을 또 다른 정보 제공자 HA에 전달한다.

## 2.2.3. 정보 요청자 or 수요자

### 2.2.3.1. MN

MN은 HA를 통해 또 다른 MN에 정보를 송수신한다. 또한, CN을 통해

	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일

### 3. 네트워크 이동성 응용프로그램 개요

#### 3.1.1. 개발 언어

본 네트워크 이동성 응용프로그램은 C언어를 기반으로 개발했다.

#### 3.1.2. 프로토콜

본 네트워크 이동성 응용프로그램의 프로토콜은 RFC 5944(IP Mobility Support for IPV4)[1] 표준을 준용했으며, 일부 프로토콜은 본 문서에서 정의한다.

##### 3.1.2.1. 메시지 프로토콜

본 네트워크 이동성 응용프로그램의 메시지 프로토콜은 상기한 RFC 5944 표준에 따라 아래 [표 2]의 메시지를 사용한다.

표 2. 네트워크 이동성 응용프로그램의 메시지 종류

장비 타입	메시지 종류	설명	비고
Agent	Advertisement	Agent 자신의 정보와 라우팅하고 있는 리스트를 주기적으로 송신한다. *본 문서에서는 Node와 Agent에 송신하여 라우팅 리스트를 정보를 전달한다.	
	Registration Reply	Node의 Registration Request에 대한 응답 메시지로 등록 수락 등의 정보를 회신한다.	
Node	Solicitation	Agent에게 Advertisements 메시지를 요청한다.	
	Registration Request	Agent에게 Advertisements를 수신한 Node가 해당 Agent에게 등록을 요청을 할 때, 메시지를 송신한다.	

각 메시지의 구조는 아래와 같다.





	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일

표 3. Advertisement 메시지 구조 및 설명

구조체		항목	세부	값	설명	비고	
IP Header	iphdr	saddr		-	Agent의 MobileIP 통신에 사용하는 인터페이스의 주소값		
		daddr	unicast		Node로부터 Solicitation 메시지를 수신했을 때 그 노드로부터 수신한 Source 주소값 송신하고 싶은 목적지 주소값		
			multicast		모든 Agent/Node로 전송(라우팅 불가, 값:224.0.0.1)		
			broadcast		모든 주소로 전송(값:255.255.255.255)		
		ttl		1	Advertisement는 1		
		protocol	unicast	1	Advertisement의 IP 프로토콜은 ICMP		
			broadcast				
			multicast	2	Multicast의 IP 프로토콜은 IGMP		
Advertisement	icmphdr	type		9	Advertisement의 ICMP 타입 번호(ICMP_NET_ANO)		
		code		0	route all traffic		
				16	Not route common traffic		
		checksum		-	메시지 전체에 대한 checksum		
	Agent Advertisement	Num Addrs					
		Addr Entry Size					
		LifeTime					
		Route_Address					
		Preference_Level					
		Extension	Type		16	Mobility Agent Advertisement Extension	
			Length				
	Sequence Number						
	Registration Lifetime						
	Flag		R	T F	FA에 Node가 co-located CoA를 이용해 등록했을 때. 추가적인 Node를 등록할 수 없을 때 Agent가 HA 기능을 하면서 Advertisement를 전송할 때 Agent가 FA 기능을 하면서 Advertisement를 전송할 때 Encapsulation 종류가 Minimal일 때 Encapsulation 종류가 Generic Routing일 때 0값을 사용, 다른값은 사용할 수 없음 FA가 reverse 터널링을 지원할 때 Mobility agent가 UDP 터널링을 지원할 때 Mobility agent가 등록된 노드를 폐지하는 기능을 지원할 때 FA가 지역적 등록기능을 지원할 때 5bit 0으로 사용	bitstring	
			B	T F			
			H	T F			
			F	T F			
			M	T F			
			G	T F			
			r	0			
			T	T F			
			U	T F			
			X	T F			
			I	T F			
			reserved	0			
	Care-of Address						
	Type			19	Prefix-Lengths Extension		
	Length						
	Prefix Length						
	Type		0	One-Bye Padding Extension			

	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일

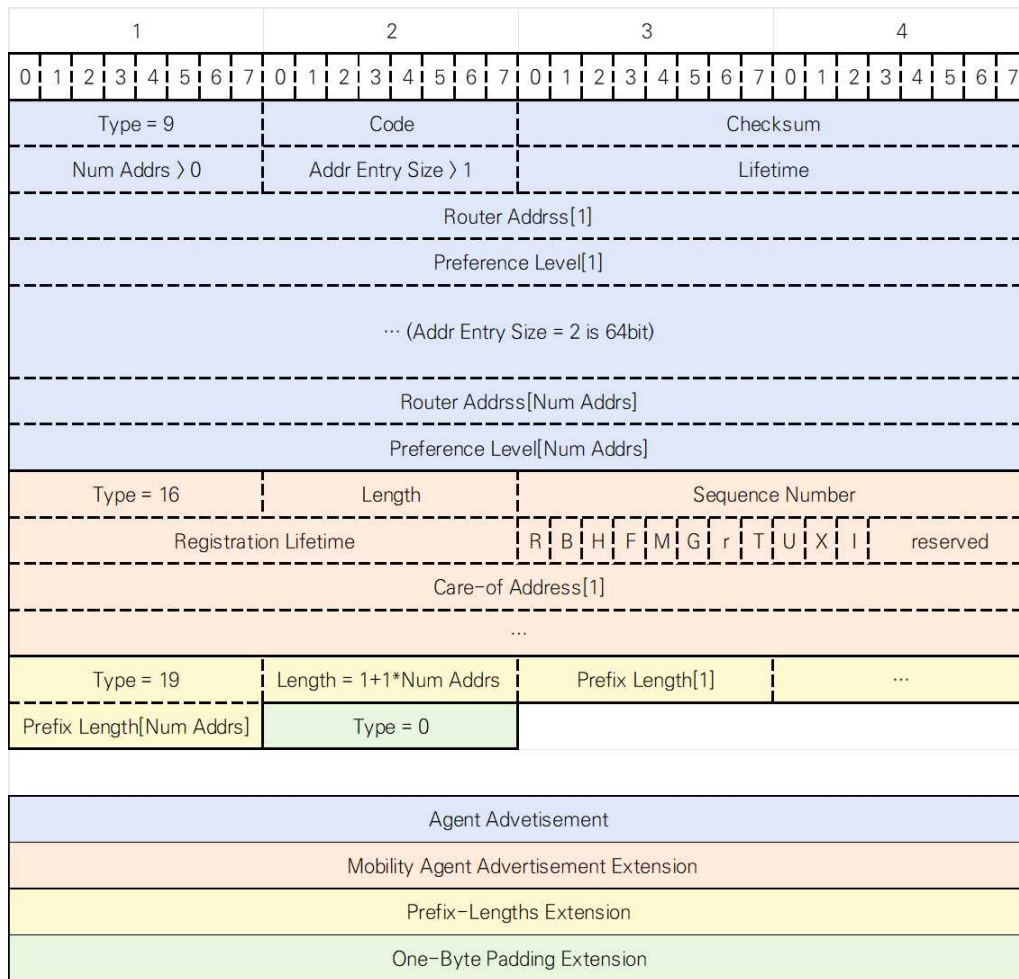


그림 4. Advertisement 메시지 구조

### 3.1.3. 이름 규칙

#### 3.1.3.1. 함수

본 개발 응용프로그램의 함수는 아래와 같은 이름 규칙을 따른다. [표 4]는 [Function Type], [표 5]는 [Return Value Type]에 대한 정의를 나타낸다.

[Function Type]\_[Return Value Type]\_[Application Name]\_[API Name]\_[API Sub Name(Optional)]

표 4. Function Type

해당 함수	표기	내용
모든 함수	대문자	Extern, API, 전역 함수
모든 함수	소문자	Static, 정적, 지역 함수
일반 함수	F, f	일반함수
포인터 함수	P, p	Callback, 포인터 리턴
스레드 함수	T, t	스레드 작업 함수


	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일

표 5. Return Value Type

변수 형식 종류	표기
Int, Int32	i
uint8, uint16, uint32, uint64	u8, u16, u32, u64
int8, int16, int64	i8, i16, i64
char	c
void	v
enum	e
struct	s

### 3.1.3.2. 변수

본 개발 응용프로그램 변수는 아래와 같은 이름 형식을 갖는다. [표 6]은 Type에 대한 정의이고 [표 6]에서 제시한 변수가 아니면 표기하지 않는다.

[Type\_1]\_[Type\_2][Type\_3(Optional)][Variable\_name]\_[Sub\_Variable\_name]

표 6. 변수 정의

형식	해당 변수	내용	비고
Type_1	전역변수	G_	메인 헤더에서 Extern 선언
	지역 전역변수	g_	해당 코드(.c) 내
Type_2	포인터	p	
	스레드 구조체	th	
	구조체	t	
	열거형	e	
Type_3(Optional)	Int, Int32	i	
	uint8, uint16, uint32, uint64	u8, u16, u32, u64	
	int8, int16, int64	i8, i16, i64	
	char	c	
	void	v	

### 3.1.4. Application Name

본 문서의 MobileIP의 응용프로그램 개발명은 [MIP]이다.

### 3.1.5. API 종류

아래 [표 9]는 MobileIP APP의 API 목록, [표 10]는 MAPI의 목록,




	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일


표 7. RELAY APP의 API

분류	함수명	기능	비고
Agent	common	F_th_MIP_Agent_Task_Doing	
		F_i_MIP_Agent_Set_IP_Dst	
		F_i_MIP_Agent_Set_IP_Src	
		F_i_MIP_Agent_Set_Extention	
		F_i_MIP_Agent_Get_Extention	
	Advertisement	F_i_MIP_Agent_Advertisement_Do	
		f_i_MIP_Agent_Advertisement_Set_Packet	
		F_i_MIP_Agent_Advertisement_Set_ICMP_Code	
		F_i_MIP_Agent_Advertisement_Set_ICMP_Lifetime	
		F_i_MIP_Agent_Advertisement_Set_ICMP_Router_addr	
		F_i_MIP_Agent_Advertisement_Del_ICMP_Router_addr	
		F_i_MIP_Agent_Advertisement_Flush_ICMP_Router_addr	
		F_i_MIP_Agent_Advertisement_Set_ICMP_Preference_Level	
	Reply	F_i_MIP_Agent_Registration_Reply_Do	
		F_p_MIP_Get_InterfaceIP	


	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일

	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일

Agent Advertisement						
					bit	
	Link-Layer Fields	Destination Address	The source link-layer address of the Agent Solicitation.			
	IP Fields	TTL	Set to 1			
		Destination Address	Unicast	The IP home address of the mobile node		
			Multicast	224.0.0.1		
			Broadcast	255.255.255.255(Limited)		
	ICMP Fields	Type	9	Identifies the ICMP message type.	8	
		Code	0	The mobility agent handles common traffic	8	
			16 (For MobileIP)	The mobility agent does not route common traffic all foreign agents MUST (minimally) forward to a default router any datagrams received from a registered mobile node		
		Checksum				
		Num Addrs			8	
		Addr Entry Size	2	Router Address(32bit), Preference Level(32bit)	8	
		Lifetime		The maximum length of time that the Advertisement is considered valid in the absence of further Advertisements.	16	
	Mobility Agent Advertisement Extension	Router Address(es)	Router Address		32	
			Preference Level		32	
		Type	16		8	
		Length	6 + 4×N	6+ 4*(number of addresses)	8	
		Sequence Number	-		16	
		Registration Lifetime			16	
		R		Registration required.	1	
		B		Busy.	1	
		H		Home agent	1	
		F		Foreign agent.	1	
		M		Minimal encapsulation.	1	
		G		GRE encapsulation.	1	
		r		Sent as zero; ignored on reception.	1	
		T		Foreign agent supports reverse tunneling.	1	
		U		Mobility agent supports UDP Tunneling.	1	
		X		Mobility agent supports Registration Revocation	1	
		I		Foreign agent supports Regional Registration	1	
		reserved		Sent as zero; ignored on reception.	5	
		Care-of Address(es)		The advertised foreign agent care-of address(es) provided by this foreign agent		
	Prefix-Lengths Extension	Type	19		8	
		Length			8	
		Prefix Length(s)			8	
	One-Byte Padding Extension	Type	0		8	

	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일

Agent Registration Reply					
				bit	
	IP Fields	Source Address	Typically copied from the Destination Address of the Registration Request		
		Destination Address	Copied from the source address of the Registration Request to which the agent is replying.		
	UDP Fields	Type	9	Identifies the ICMP message type.	8
		Code	0	The mobility agent handles common traffic	8
			16 (For MobileIP)	The mobility agent does not route common traffic all foreign agents MUST (minimally) forward to a default router any datagrams received from a registered mobile node	
		Checksum			
		Num Addrs			8
		Addr Entry Size	2	Router Address(32bit), Preference Level(32bit)	8
		Lifetime		The maximum length of time that the Advertisement is considered valid in the absence of further Advertisements.	16
		Router Address(es)	Router Address		32
			Preference Level		32
	Mobility Agent Advertisement Extension	Type	16		8
		Length	6 + 4×N	6+ 4*(number of addresses)	8
		Sequence Number	-		16
		Registration Lifetime			16
		R		Registration required.	1
		B		Busy.	1
		H		Home agent	1
		F		Foreign agent.	1
		M		Minimal encapsulation.	1
		G		GRE encapsulation.	1
		r		Sent as zero; ignored on reception.	1
		T		Foreign agent supports reverse tunneling.	1
		U		Mobility agent supports UDP Tunneling.	1
		X		Mobility agent supports Registration Revocation	1
		I		Foreign agent supports Regional Registration	1
		reserved		Sent as zero; ignored on reception.	5
		Care-of Address(es)		The advertised foreign agent care-of address(es) provided by this foreign agent	
	Prefix-Lengths Extension	Type	19		8
		Length			8
		Prefix Length(s)			8
	One-Byte Padding Extension	Type	0		8

	문서 제목				
	문서분류	문서관리자	버전	최초작성일	최종수정일
	기술문서	정한균	0.1	2023년 8월 21일	2023년 8월 21일

1. Node가 MobileIP Mode를 On
  - 1.1. Node는 Solicitation Message를 Multicast로 송신
    - 1.1.1. Node는 Raw socket(AF\_PACKET, ETH\_IP)을 n초간 수신
    - 1.1.2. Agent로부터 ADVERTISEMENT 메시지 수신
  - 1.2. Node는 Raw socket(AF\_PACKET, ETH\_IP)을 n초간 수신
    - 1.2.1. 미수신
    - 1.2.2. 수신
      - 1.2.2.1. PACKET TYPE은 ICMP
      - 1.2.2.2. ICMP TYPE은 9(ROUTER ADVERTISEMENT)
      - 1.2.2.3.