

# 안전한 정보 전송을 위한 RFID 네트워크 에이전트 기반의 사용자 이동성 제공 방안

## RFID Agent based User Mobility Support Mechanism for Secure Information Transmission

윤동근\*, 서창호\*\*, 최성곤\*  
충북대학교 전자정보대학 전파공학과\*, 공주대학교 응용수학과\*\*

Dong Geun Yun(hollylight@cbnu.ac.kr)\*, Chang Ho Seo(chseo@kongju.ac.kr)\*\*,  
Seong Gon Choi(sgchoi@cbnu.ac.kr)\*

### 요약

본 논문에서는 안전한 정보 전송을 위한 RFID 네트워크 에이전트 기반의 사용자 이동성 제공 방안을 제안한다. RFID 태그를 지닌 사용자가 서비스를 받으며 이동하는 경우, 계속적으로 서비스를 제공하기 위해서는 사용자 이동성이 지원되어야 하며, 정보를 안전하게 전송받을 수 있어야 한다. 이와 관련된 기존 연구가 있지만 핸드오버 지연 시간이 길다는 문제점을 가진다. 이 문제를 해결하기 위해서, 핸드오버 지연 시간을 최소화하기 위한 방안을 제시하였으며, 제안 방안과 기존 연구의 핸드오버 지연 시간을 비교하였다. 또한, 큐잉 이론을 기반으로 한 수학적 분석을 통해 제안 방안의 핸드 오버 지연 시간이 기존 연구보다 적음을 확인하였으며, 제안 방안이 기존 연구보다 우수함을 보였다.

■ 중심어 : | 사용자 이동성 | 끊김없는 서비스 | 핸드오버 | 알에프아이디 |

### Abstract

In this paper, we propose RFID network agent based user mobility support mechanism for secure information transmissions. When a user with RFID tag who enjoys service moves to different attachment points, the user mobility is supported to provide continuously service and the information can be securely transmitted. Although there is an existing study for providing user mobility, it has a problem which the handover latency time is long. To settle this problem, we present a scheme for minimizing handover latency time and compare handover latency time of existing and proposed scheme. We confirm that proposed mechanism has low latency time than existing mechanism by mathematical analysis using the queuing theory and show that proposed mechanism is more superior to the existing mechanism.

■ keyword : | User Mobbity | Seamless Service | Handover | RFID |

## I. 서론

유비쿼터스 네트워크 환경에서 많은 연구들이 수행

되어 왔다. 스트리밍 서비스나 사용자 인식 기반의 서비스 같은 멀티미디어 서비스는 하드웨어, 센서, 무선을 이용하여 제공되어진다[1-3]. 유비쿼터스 네트워크 환

\* 본 연구는 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다.  
(No. 2009-0083719)

접수번호 : #100804-002

접수일자 : 2010년 08월 04일

심사완료일 : 2010년 10월 25일

교신저자 : 최성곤, e-mail : sgchoi@cbnu.ac.kr

경에서 멀티미디어 서비스를 받는 사용자는 끊임없는 서비스를 제공받을 수 있어야 한다.

[그림 1]에서, 유비쿼터스 네트워크 환경에서 멀티미디어 서비스를 위한 휴대성이 지원되어진다. [그림 1]은 외부 무선 네트워크에서 PDA와 같은 모바일 단말을 사용하여 멀티미디어 스트리밍 서비스를 즐기는 사용자가 홈 네트워크로 이동했을 때, 그 서비스가 홈 네트워크에서 다른 단말을 통해 계속적으로 서비스 되는 것을 보여준다.

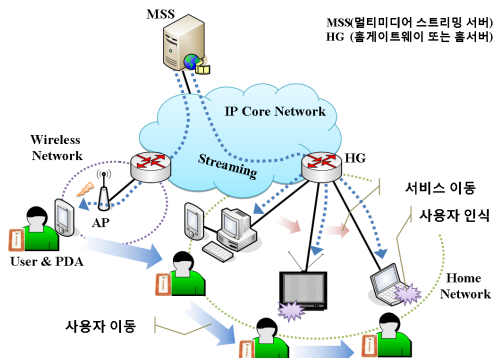


그림 1. 사용자 이동에 의한 서비스 이동성

즉, 모바일 단말이 PC나 IPTV에 연결되었을 때, 그 모바일 단말에서의 스트리밍 서비스가 홈 네트워크에서 고정된 단말에 전송되어야 한다.

사용자가 동일한 홈 네트워크 내에서 다른 단말로 이동했을 경우, 단말은 HG(Home Gateway)로부터 사용자가 서비스 받던 서비스의 정보를 얻기 위해서 사용자 인식을 할 수 있어야 하며, 그 정보를 사용하여 사용자에게 계속적으로 끊임없는 서비스를 제공할 수 있어야 한다[4].

[그림 1]에서는 무선 네트워크에서 홈 네트워크로의 단말 이동성과 홈 네트워크 내에서의 사용자 이동성을 나타낸다. RFID는 사용자 이동성을 지원하기 위해 사용되며, 끊임없는 서비스를 위해서 사용자를 인식할 수 있는 기술 중에 하나로 사용될 수 있다.

일반적으로, 이동성 제공을 위해서, 세션 유지는 필수적이다. 세션은 이동성을 제공하기 위해서 유지되어야 한다. IP 네트워크에서 세션은 IP 주소와 포트 번호를

나타낸다.

사용자 인식을 위해 RFID를 사용하는 경우에 RFID 리더는 RFID 태그 ID를 판독하고 사용자를 인식한다. 하지만 RFID 태그 ID는 단지 객체에 대한 식별자로, IP 네트워크에서의 IP 주소나 포트 번호와 같은 세션 유지를 위한 정보로 사용될 수 없다. IP 네트워크에서, RFID 태그를 지닌 사용자에게 세션 유지를 통하여 끊임없는 서비스를 제공하기 위한 방법과 이와 더불어 안전하게 정보를 전송하기 위한 방법이 요구되어진다. RFID 네트워크 환경에서 사용자 이동성과 안전한 정보 전송 지원을 위해 Mobile IP와 IP 터널링 방법을 제시하고 있다[5][6]. 하지만, 제시된 방법에서는 사용자 이동시 Mobile IP에 의한 핸드오버 지연 시간을 고려하지 않고 있으며, 이로 인해 핸드오버 지연 시간이 길다는 문제가 있다[5][6]. 이러한 문제를 해결하기 위해서, 사용자 이동에 따른 핸드오버 지연을 최소화하기 위한 방안이 필요하다.

본 논문에서는 이전 연구에서 문제가 되었던 긴 핸드오버 지연 시간을 최소화하고, 사용자 이동성과 안전한 정보 전송을 위해서 RFID 네트워크 에이전트 기반의 사용자 이동성 제공 방안을 제안한다[5][6]. 이를 위해서, 핸드오버 지연 시간을 최소화하기 위한 방안을 제시하였으며, 큐잉 이론을 기반으로 한 수학적 분석을 통해 제안 방안과 기존 연구의 핸드오버 지연 시간을 비교하여, 제안 방안의 핸드오버 지연 시간이 기존 연구보다 적음을 보였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 관련 연구로써, RFID 시스템에 안전한 정보 네트워킹 방법에 대해서 살펴보고, 3장에서는 안전한 정보 전송을 위한 RFID 네트워크 에이전트 기반의 사용자 이동성 제공 방안에 대해 기술한다. 4장에서는 제안 방안과 기존 연구의 성능을 비교, 분석한다. 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

### 1. RFID 시스템에 안전한 정보 네트워킹

[그림 2]는 RFID 시스템에 안전한 정보 네트워킹을

위한 네트워크 구성도이다. 네트워크 구성을 살펴보면, IP Core 네트워크에 DHCP 서버와 ID&정보서버(이하 IIS)가 위치하며, Access 네트워크에는 RFID 네트워크 에이전트(이하 RNA), RFID 리더, RFID 태그가 위치한다. 각 구성요소를 살펴보면, DHCP 서버는 IP 주소를 동적으로 할당하는 서버이다. IIS는 태그의 IP 주소, RNA IP 주소, 원격 RNA IP 주소를 매핑하여 저장한다. 그리고 IIS는 RFID 태그에 할당할 ID를 저장하며, 각 태그의 동일한 키들과 인덱스를 저장하여 둔다.

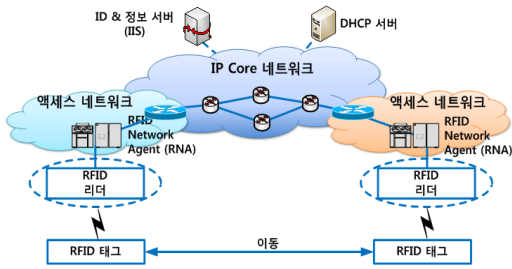


그림 2. 네트워크 구성도

RNA는 고유한 자신의 IP 주소를 가지며, RFID 리더가 판독한 RFID 태그 ID를 전달받아 48비트의 가상 물리 주소를 생성하고, RFID 태그 ID, RFID 리더 IP 주소, 생성한 가상 물리 주소, DHCP 서버에서 할당받은 RFID 태그 IP 주소, 원격 RNA 주소, 대응 노드 IP 주소를 매핑하여 저장 장치에 저장 관리한다.

RFID 리더는 다양한 길이의 태그 ID를 갖는 RFID 태그를 인식하며, 태그 ID는 리더에 의해 태그에게 부여된다.

RFID 태그는 능동형으로, 보안 기능에 사용할 키들과 그 키를 나타내는 키 인덱스가 태그에 저장되며, 태그는 자신의 고유 ID와 동적 ID를 별도로 저장한다. 또한 RFID 태그는 RFID 리더를 통해 새로운 ID를 IIS에 요청하고 새로운 ID를 부여 받을 수 있다.

### 1.1 초기 RFID 태그 등록

[그림 3]은 RFID 태그가 리더의 인식 범위에 들어왔을 때 RFID 태그에 대한 IP 주소부여 및 초기 등록 절차를 나타낸 것이다. RFID 태그는 고정된 ID와 동적인

ID를 모두 가지고 있다. 모드에 따라서 사용하는 ID가 달라지지만, 여기에서는 동적인 ID를 사용한다고 가정한다. RFID 태그 ID는 리더에게 인식되고 판독된다. RFID 리더는 RFID 태그 ID를 RNA로 전달한다. RFID 태그 ID를 전달받은 RNA는 이것에 대한 가상 MAC 주소를 생성하고 태그 ID를 DHCP 서버로 전달한다. 가상 MAC 주소를 전달받은 DHCP 서버는 IP 주소를 부여하고, 이것을 RNA에게 전달한다.

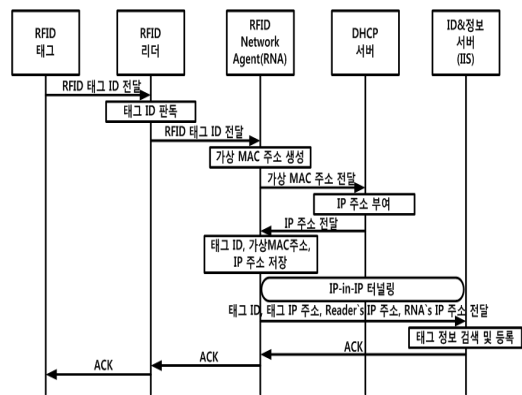


그림 3. 초기 RFID 태그 등록 절차

RNA는 RFID 태그 ID와 가상 MAC 주소, 부여 받은 IP 주소를 매핑하여 저장 관리한다. RNA는 RFID 태그 ID 정보를 IIS에 등록해야 한다. 이를 위해서 RNA와 IIS 사이에 IP 터널링이 구성된다. RNA는 태그 ID, 부여 받은 태그 ID의 IP 주소, RFID 리더 IP 주소, RNA의 IP 주소를 IIS로 전달한다. IIS는 키인덱스를 이용하여 태그 아이디를 검색하고 관련 정보(태그 IP 주소, RFID 리더 IP 주소, RNA의 IP 주소)를 등록한다. 이후 IIS는 RNA에게 Ack 메시지를 보내며, 순차적으로 RNA가 리더에게, 리더가 태그에게 Ack 메시지를 전달한다. 이것으로써, RFID 태그 ID에 대한 초기 등록 절차가 완료된다.

### 1.2 다른 RNA로의 RFID 태그 이동

[그림 4]는 RFID 태그가 다른 RNA로 이동했을 때의 등록 절차와 정보 업데이트 절차를 나타낸 것이다. 기존에 RFID 태그가 RNA\_old에 위치하고 있다가 RNA\_new

로 이동하면 RFID 태그의 초기 등록 절차와 동일한 절차가 RFID 태그와 RNA\_new, 그리고 IIS 사이에서 진행된다. 동일한 절차에 의해 IIS에 관련 정보가 업데이트되며, 태그에게 관련 정보가 업데이트 됐음을 알리는 Ack 메시지를 보낸다. 이와 더불어 IIS는 RNA\_new에게 RNA\_old의 IP 주소를 전달한다. RNA\_new는 IIS로부터 수신한 RNA\_old의 IP 주소를 이용하여 RNA\_old에게 태그 ID, RNA\_new의 IP 주소를 전달한다. RNA\_old는 태그 ID로 검색하여 원격 RNA(RNA\_new)의 IP 주소를 업데이트 한다.

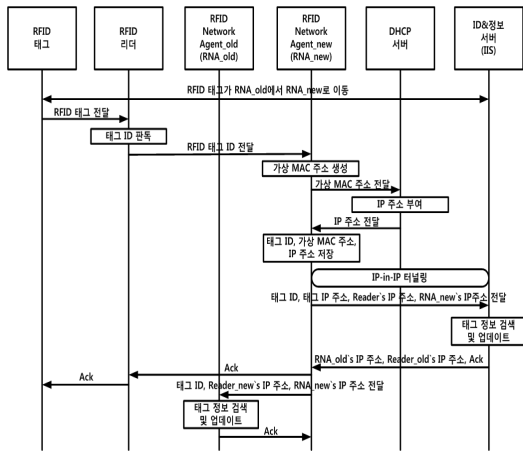


그림 4. RFID 태그 이동에 따른 등록 및 정보 업데이트 절차

그리고 RNA\_new에게 Ack 메시지를 보낸다. RNA\_old에 RNA\_new의 IP 주소를 저장하는 이유는, RFID 태그가 정보 송수신 중 이동하는 경우, RNA\_old로 수신된 데이터를 RNA\_new에 접속한 RFID 태그에게 전달하기 위함이다.

### 1.3 대응 노드와 RFID 태그 사이의 통신

[그림 5]는 대응 노드와 RFID 태그 간의 통신 절차를 나타낸 것이다. 통신을 하기 전 RFID 태그는 이미 IIS와의 초기 등록 절차를 완료한 상태라고 가정한다. 대응 노드는 RFID 태그와 통신을 하고자 한다. 우선, 대응 노드는 IIS로 태그 ID를 전달하여 태그의 ID에 대한 관련 정보를 질의한다. IIS는 대응 노드로 통신 대상 태그 ID의 RNA IP 주소와 태그 IP 주소를 전송한다. 이

후에 대응 노드는 RFID 태그가 위치한 RNA의 IP 주소를 이용하여 IP 터널링을 구성한다. 이 터널링을 이용하여 대응 노드는 데이터를 RNA에게 전송하며, RNA는 수신한 데이터를 RFID 리더를 통해 태그로 전달한다. 데이터를 수신한 태그는 데이터 전송이 잘 이루어졌음을 의미하는 Ack 메시지를 대응 노드에게 전달한다.

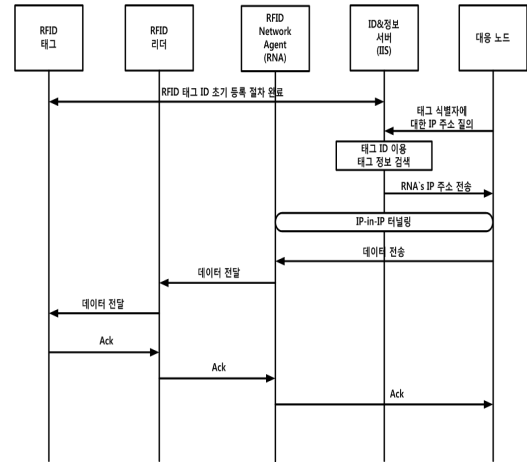


그림 5. 대응 노드와 RFID 태그 사이의 통신 절차

### 1.4 RFID 태그 이동에 따른 대응 노드와의 통신

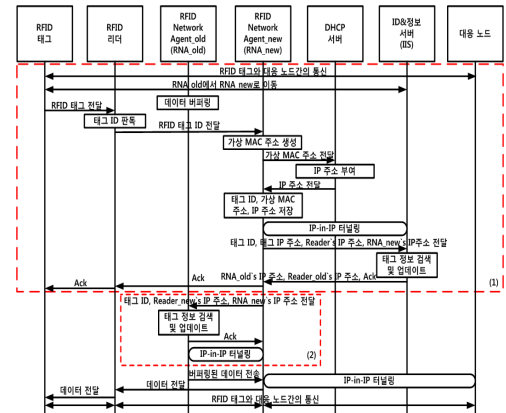


그림 6. RFID 태그 이동에 따른 대응 노드와의 통신 절차

[그림 6]은 RFID 태그가 대응 노드와의 통신 중에 새로운 RNA\_new로 이동했을 경우의 통신 절차를 나타낸 것이다. 기존에 태그가 연결되어 있던 RNA\_old는

대응 노드와의 통신 중에 태그가 다른 RNA\_new로 이동한 것을 인식한 후 대응 노드에서 수신되는 데이터를 버퍼링한다. 이동한 RFID 태그는 RNA\_new, IIS와 초기 등록 절차를 진행한다. IIS는 태그에게 정보가 업데이트 됐음을 알리는 Ack 메시지를 보내며, RNA\_new에게 RNA\_old의 IP 주소를 전달한다. RNA\_new는 수신한 RNA\_old의 IP 주소로 태그 ID와 RNA\_new IP 주소를 전달한다. RNA\_old는 해당 태그 ID에 대한 원격 RNA(RNA\_new)의 IP 주소를 업데이트하고 Ack 메시지를 전달한다. 이 과정을 통해서 RNA\_old와 RNA\_new 사이에 IP 터널링이 구성된다. RNA\_old와 RNA\_new 사이에 태그 ID와 RNA\_new IP 주소의 바인딩 업데이트와 IP 터널링 구성을 통해 Mobile IP의 이동성 제공을 위한 절차가 완성된다. 이후 RNA\_old는 이전에 버퍼링하고 있던 대응 노드로부터의 데이터를 RNA\_new에게 IP 터널링을 통해 전달한다. RNA\_new는 대응 노드와 IP 터널링을 구성한다. RNA\_new는 수신한 데이터를 RFID 리더를 통해 태그에게 전달한다. 태그는 Ack 메시지를 리더와 RNA\_new를 통해 대응 노드에게 전달한다[6].

앞에서 다룬 관련 연구에서는 RFID 네트워킹 환경에서 RFID 태그를 지닌 사용자의 이동성을 지원하기 위하여 Mobile IP를 이용하고 있다. 하지만 Mobile IP를 통해 발생하는 긴 핸드오버 지연 시간에 대해서는 고려하지 않고 있다.

### III. 안전한 정보 전송을 위한 RFID 네트워크 에이전트 기반의 사용자 이동성 제공 방안

앞에서 살펴본 바와 같이 기존 연구에서는 RFID 네트워킹 환경에서 RFID 태그를 지닌 사용자의 이동성 지원성을 위해서 Mobile IP가 이용되었다. 하지만 Mobile IP의 경우, 핸드 오버시 긴 지연 시간을 발생한다는 문제점이 있다. RFID 네트워킹 환경에서 사용자의 이동성 제공시 핸드 오버 시간을 최소화하기 위해서 본 논문에서는 다음과 같은 안전한 정보 전송을 위한 RFID 네트워크 에이전트 기반의 사용자 이동성 제공 방안을 제안한다.

RFID 네트워킹 환경에서 RFID 네트워크 에이전트 기반의 사용자 이동성을 제공하기 위해 적용된 네트워크 구성도는 [그림 2]와 동일하다. 제안된 RFID 시스템에 안전한 정보 네트워킹 방안 중 사용자 이동성 제공을 위한 세부 절차는 [그림 7]과 같다. [그림 7]은 [그림 6]에서와 같이 RFID 태그 이동에 따른 대응 노드와의 통신을 나타낸 것으로, 이전에 RFID 태그가 대응 노드와 통신을 하고 있다가, RFID 태그가 이동하여 새로운 RNA로 접속하는 핸드 오버 과정을 나타낸다.

[그림 6]과 [그림 7]을 비교했을 때 [그림 6-(1)]과 [그림 7-(1)]의 세부 절차는 동일하다. 그러나 기존 연구와 제안된 방안을 비교했을 때, 핸드오버 절차가 표현된 [그림 6-(2)]와 [그림 7-(2)]는 서로 다르다.

[그림 6-(2)]에서는 IIS로부터 RNA\_old의 IP 주소와 Reader\_old의 IP 주소가 RNA\_new에게 전달되고, RNA\_new는 RNA\_old로 RFID 태그 ID, RFID 리더 IP 주소, RNA\_new IP 주소를 바인딩 업데이트하며, RNA\_old와 RNA\_new 사이에 IP 터널링이 형성을 통해 Mobile IP의 이동성 제공을 위한 절차가 완성된다.

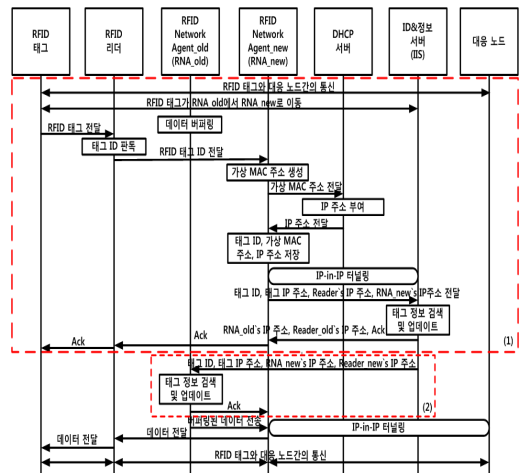


그림 7. RFID 태그 이동에 따른 대응 노드와의 통신

하지만, [그림 7-(2)]에서는 IIS로부터 RFID 태그 ID, RFID 태그 IP 주소, RFID 리더 IP 주소, RNA\_new IP 주소가 RNA\_old로 직접 전달되며, RNA\_new에게는 RNA\_old의 IP 주소, Reader IP 주소가 전달된다. 이렇

계 관련 정보들이 IIS로부터 각각 직접 전달되기 때문에 바인딩 업데이트와 IP 터널링 구성을 통한 Mobile IP 절차가 필요 없다.

표 1. 기존 연구와 제안 방안의 pseudo code 표현

```

WHILE (RFID tag is located to the RFID reader's coverage of RNA_old) DO
    The RFID tag communicates with the corresponding node.
    IF(RFID tag is moved to RFID reader's coverage of RNA_new) then
        RNA_old stores the data received from the corresponding node on the buffer.
    ESCAPE WHILE LOOP
    END IF
END WHILE
RFID tag ID is sent to RFID reader_new.
RFID reader_new sends RFID tag ID to RNA_new.
RNA_new generates virtual MAC address by using RFID tag ID.
DHCP_IP_Allocation(a virtual MAC address).
RNA_new saves RFID tag ID, a virtual MAC address, and IP address.
IP_in_IP_tunnelling(RNA_new, IIS).
IIS_search_update(RFID tag ID, RFID reader's IP address, RNA_new's IP address).
RNA_new sends the acknowledgement to RFID tag via RFID reader_new.

①RNA_new_bind_update(RFID tag ID, RFID reader_new's IP address, RNA_new's IP address).
IP_in_IP_tunnelling(RNA_old, RNA_new).

②RNA_old_searches the Information of the RFID tag by using received RFID tag ID.
RNA_old updates the related Information of RFID tag searched by using RFID tag ID and sends the acknowledgement to RNA_new.

RNA_old sends the stored data to RNA_new.
IP_in_IP_tunnelling(RNA_new, corresponding node).
RNA_new sends the received data to RFID tag via RFID reader_new.
RFID tag communicates with the corresponding node.

DHCP_IP_Allocation(a virtual MAC address)
Input a virtual MAC address
The DHCP server allocates an IP address by using a virtual MAC address.
RETURN newly allocated IP address.
IP_in_IP_tunnelling(sender, receiver).
Input sender, receiver
An sender establishes an IP-in-IP tunnelling with an receiver.
RETURN Acknowledgement.
IIS_search_update(RFID Tag ID, RFID reader's IP address, RNA_new's IP address)
    
```

```

Input RFID Tag ID, RFID reader's IP address, RNA_new's IP address.
IIS searches the Information of RFID tag by using received RFID tag ID.
IIS updates the related Information of RFID tag searched by using RFID tag ID.
RETURN RNA_old's IP address, RFID reader_old's IP address, Acknowledgement to RNA_new and RFID tag ID, RFID tag IP address, RNA_new's IP address, RFID reader_new's IP address to RNA_old.
RNA_new_bind_update(RFID tag ID, RFID reader_new's IP address, RNA_new's IP address).
Input RFID tag ID, RFID reader_new's IP address, RNA_new's IP address.
RNA_old searches the Information of RFID tag by using received RFID tag ID.
RNA_old updates the related Information of RFID tag searched by using RFID tag ID.
RETURN Acknowledgement to RNA_new.
    
```

[표 1]은 기존 연구와 제안된 방안을 각각 pseudo code로 표현한 것이다. 표에서 ①은 기존 연구에서 핸드오버를 위해서 Mobile IP의 바인딩 업데이트가 이루어지는 과정이며, ②는 제안된 방안에서 핸드오버가 이루어지는 과정을 나타낸다. ①과 ②를 비교해 보면, ②의 경우, IIS에 의해서 RNA\_old와 RNA\_new로 관련 정보가 직접 전달되는 것을 확인할 수 있다. 이에 반해 ①의 경우 RNA\_new에서 RNA\_old로 Mobile IP의 바인딩 업데이트가 이루어지기 때문에 ②에 비해 상대적으로 핸드오버에 따른 지연 시간이 길게 된다.

#### IV. 성능 분석

이번 절에서, 우리는 제안 방안과 관련 연구에서 기술된 RFID 시스템에 안전한 네트워킹에서의 사용자 이동성 연구를 비교한다.

성능 분석을 위해서 이용된 네트워크 토폴로지는 같다고 가정한다.

이 성능분석에서는 핸드오버시 걸리는 지연 시간을 고려한다. 성능분석을 위해서 M/M/1 큐잉 모델을 사용하며, 각 네트워크 구성 요소의 총 처리 시간은 그것이 속한 계층에 따라 결정된다.

총 서비스 시간 S는 다음 식 (1)과 같이 표현된다 [7][8].

$$S = \sum_{x \in E} s_x \quad (1)$$

여기서 E는 각 네트워크 구성 요소들의 집합을 뜻한다. 따라서 각 방안의 총 서비스 시간은 [표 2]에 나타난 것과 같다.

표 2. 총 서비스 시간

연구	표현식
기존	$2S_{L2} + 8S_{L3+DB} + 2S_{L3} \times \alpha + 2(n-1)S_{L3}$
제안	$2S_{L2} + 8S_{L3+DB} + 2S_{L3} + 2(n-1)S_{L3}$

각 네트워크 구성 요소들의 서비스 시간은 [표 3]과 같으며[7], 각 네트워크 구성 요소에서의 표준 arrival rate가  $\lambda$ 일 때, effective call arrival rate  $\lambda_x^{eff}$ 는 다음 식 (2)와 같다.

$$\lambda_x^{eff} = \lambda / s_x \quad (2)$$

표 3. 네트워크에서의 서비스 시간

총 서비스 시간	시간
$S_{L2}$	2.59ms
$S_{L3}$	10ms
$S_{L3+DB}$	17.4ms

(a)  $S_{L2}$  : 2계층의 패킷 서비스 시간 (b)  $S_{L3}$  : 2계층과 3계층의 패킷 서비스 시간 (c)  $S_{L3+DB}$  : 데이터베이스 동작과 3계층의 패킷 서비스 시간

식 (1)과 식 (2)에 의해 총 처리 시간은 [표 4]와 같이 표현된다.

[표 4]에서 n은 액세스 네트워크와 코어 네트워크 요소 사이의 홉수를 나타내며,  $\alpha$ 는 기존 연구에서 Mobile IP 바인딩 업데이트를 할 때 RNA\_old와 RNA\_new 사이에 중간 노드(L3)의 수를 나타낸다.

표 4. 총 처리 시간

연구	표현식
기존	$\{2S_{L2} + 8S_{L3+DB} + 2\alpha S_{L3} + 2(n-1)S_{L3}\} / (1 - \lambda)$
제안	$\{2S_{L2} + 8S_{L3+DB} + 2S_{L3} + 2(n-1)S_{L3}\} / (1 - \lambda)$

[그림 8]과 [그림 9]는 [표 4]를 이용하여 패킷의 Handover Rate에 따른 핸드오버 지연 시간을 나타낸 것이다.

[그림 8]은 n값을 5로 고정하고, 기존 연구의  $\alpha$ 값을 2, 4, 6, 8, 10으로 변화시키며 결과를 산출한 그래프이다. 기존 연구의 경우, Mobile IP를 이용하기 때문에 사용자가 이동하는 경우에 FA(RNA\_new)에서 HA(RNA\_old)로의 바인딩 업데이트 과정이 필요하며, 바인딩 업데이트 과정에서 지나는 중간 노드 개수는  $\alpha$ 값에 반영되었다.

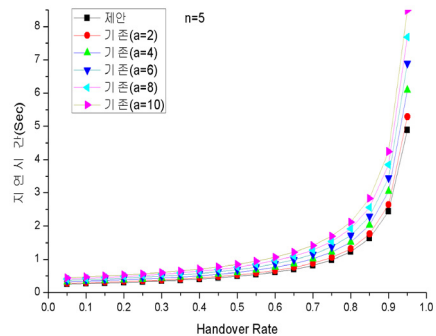


그림 8. Handover Rate에 따른 핸드오버 지연시간(1)

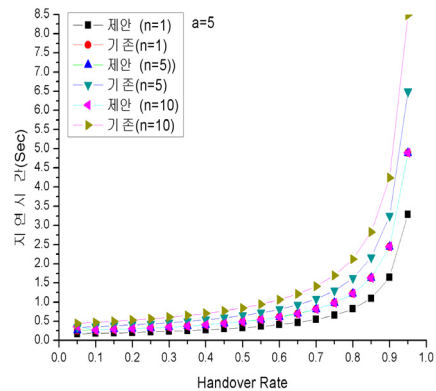


그림 9. Handover Rate에 따른 핸드오버 지연시간(2)

[그림 9]는  $\alpha$ 값을 5로 고정하고  $n$ 값을 1, 5, 10으로 변화시키며 결과를 산출한 그래프이다.  $\alpha$ 값을 5로 고정하는 것은 Mobile IP 바인딩 업데이트시에 FA(RNA\_new)와 HA(RNA\_old) 사이의 노드 개수를 5개로 고정한 것이다.  $n$ 값은 액세스 네트워크와 코어 네트워크 요소 사이의 홉수로 이 값을 1, 5, 10으로 변화시켰다.

각각의 경우에서 핸드오버 지연 시간을 비교해 보았을 때, 제안 방안이 기존 연구보다 적은 핸드오버 지연 시간이 걸렸다. 이는 기존 연구의 경우 사용자가 RNA\_old에서 RNA\_new로 이동한 후 RNA\_old로 Mobile IP의 바인딩 업데이트가 이루어지기 때문이며, 이 때 핸드오버 지연시간이 발생한다. 이에 반해, 제안 방안의 경우, IIS에서 RNA\_old로 각각 태그 ID, 태그 IP 주소, RNA\_new IP 주소, Reader\_new IP 주소를 직접 전송하기 때문에 기존 연구에서의 바인딩 업데이트 과정이 필요 없다. 따라서 핸드오버 지연 시간이 상대적으로 줄어들게 된다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 RFID 네트워킹 환경에서의 안전한 정보 전송과 사용자 이동성을 제공하기 위한 RFID 네트워크 에이전트 기반의 사용자 이동성 제공 방안을 제안하였다. 기존 연구에서 RFID 네트워킹 환경에서의 사용자 이동성 지원을 위해 Mobile IP를 이용하였으며, 이로 인해 핸드오버 지연 시간이 길다는 문제가 있었다. 이에 본 논문에서는 핸드오버 지연 시간을 최소화하기 위한 방안을 제시하였으며, 큐잉 이론을 기반으로 한 수학적 분석을 통해 핸드오버에 따른 지연 시간 간의 관계를 그래프로 도출하였다.

결과적으로 도출된 그래프를 비교, 분석하여 제안 방안의 핸드오버 지연 시간이 기존 연구보다 적음을 확인하였다.

향후 연구를 통하여 RFID 네트워킹 환경에서의 사용자 이동에 따른 이동성 지원시 핸드오버 지연 시간을 최소화하기 위한 타 사용자 이동성 제공 방안의 적용과 분석이 이루어질 것이다. 또한, 핵심 기능을 담당하고

있는 RFID 네트워크 에이전트의 모델링을 통한 성능 분석 연구를 진행할 것이다.

#### 참고 문헌

- [1] Y. Cui, D. Xu, and K. Nahrstedt, "SMART: A Scalable Middleware Solution for Ubiquitous Multimedia Service Delivery," Proc. of the IEEE International Conference on Multimedia and Expo 2001(ICME 2001), pp.1025-1028, 2001.
- [2] F. Bagci, J. Petzold, W. Trumler and T. Ungerer, "Ubiquitous Mobile Agent System in a P2P-Network," Proc. of System Support for Ubiquitous Computing Workshop at the Fifth Annual Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp 2003), pp.12-15, 2003.
- [3] Peter Tandler, "Software Infrastructure for Ubiquitous Computing Environments: Supporting Synchronous Collaboration with Heterogeneous Devices," UBICOMP 2001 : Springer Lecture Notes in Computer Science, Vol.2201/2001, pp.96-115, 2001.
- [4] J. M. Lee, M. J. Yu, S. G. Choi and B. S. Seo, "Proxy-based Multimedia Signaling Scheme Using RTSP for Seamless Service Mobility in Home Network," IEEE TRANSACTIONS ON CONSUMER ELECTRONICS, Vol.54, No.2, pp.481-486, 2008.
- [5] D. G. Yun, J. M. Lee, M. J. Yu, and S. G. Choi, "Agent-based User Mobility Support Mechanism in RFID Networking Environment," IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol.55, No.2, pp.800-804, 2009.
- [6] D. G. Yun and S. G. Choi, "A scheme on RFID networking system with security function," International Conference on Optical Internet 2010, pp.211-213, 2010.



[7] H. J. Lee, J. Y. Song, and D. H. Cho, "An integrated mobility management scheme in IPv6 based wireless networks," Vehicular Technology Conference, 2004. VTC 2004 -Spring, 2004 IEEE 59th, Vol.5, pp.2748-2752, 2004.

[8] <http://www.xlinx.com/esp/wired/optical/collateral/mppls.pdf>

최 성 곤(Seong Gon Choi)

중신회원



- 1999년 8월 : 한국정보통신대학교(공학석사)
- 2004년 2월 : 한국정보통신대학교(공학박사)
- 2004년 3월 ~ 2004년 8월 : 한국전자통신연구원

▪ 2004년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 전자정보대학 조교수

<관심분야> : NGN, Mobility, QoS, MPLS

저 자 소 개

윤 동 근(Dong Geun Yun)

정회원



- 2007년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학학사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전자정보대학 전파공학과 석박사통합과정

<관심분야> : Mobility, Network Security, RFID 보안

서 창 호(Chang Ho Seo)

정회원



- 1992년 2월 : 고려대학교 일반대학원 수학과(이학석사)
- 1996년 2월 : 고려대학교 일반대학원 수학과(이학박사)
- 1996년 ~ 1997년 : 국방과학연구소 선임연구원

▪ 1997년 ~ 2000년 : 한국전자통신연구원 선임연구원, 팀장

▪ 2000년 ~ 현재 : 공주대학교 응용수학과(정보보호전공) 교수

<관심분야> : 암호 알고리즘, PKI, 무선 인터넷 보안, 시스템 보안