

IMS에서 정책기반 QoS 알고리즘의 성능 분석

Performance Analysis of Policy-based QoS Algorithm in the IMS

한 석 준*, 손 형 도**, 강 승 찬***

Seok-Jun Han*, Hyung-Doh Shon**, Seung-Chan Kang***

Abstract

The IMS is an architectural control framework for delivering IP multimedia services such as voice, video, audio and data, the IMS supports not only the mobile communication system but also the existing wired and wireless network based on IP. The network that is integrated by the IMS needs policy-based network management protocol for managing the limited network resources to provide efficient multimedia service. The IMS use additional device called PDF for efficient resource management, but the PDF only uses diameter which is one of the network management protocol such as SNMP and COPS. Many devices use various protocol to manage the limited network resources. There is an algorithm using a variety of protocols such as Diameter, COPS and SNMP to handle the resources management efficiently. We also analyze the performance using the proposed algorithm in the implemented IMS environment.

요 약

IMS는 IP 기반의 음성, 오디오, 비디오 그리고 데이터를 복합적으로 제공하는 멀티미디어 서비스를 통합 제어 하기 위한 망으로, 이동 통신 시스템 뿐만 아니라 기존의 IP망을 기반으로 하는 각종 유·무선 통합망을 지원한다. IMS에 의해 통합된 네트워크에서 효율적인 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여 한정된 네트워크 자원을 효율적으로 관리할 수 있는 정책기반 네트워크 관리기법이 필요하다. IMS에서는 자원관리를 위하여 PDF 노드를 추가적으로 사용하고 있으며, PDF는 자원 관리 프로토콜로 Diameter 프로토콜만을 사용하고 있다. 그러나 많은 장비들은 다양한 프로토콜을 활용하여 제한된 자원을 관리하고 있다. IMS에서 효율적인 네트워크 자원 관리를 위하여 PDF에서 Diameter뿐만 아니라 SNMP와 COPS같은 다양한 프로토콜을 활용한 QoS 적용 알고리즘을 제안하고 이를 수행하기 위한 IMS 환경을 구현하고 이를 통해 성능을 분석한다.

Key words : IMS, QoS, PBNM, PDCF, SNMP, COPS, Diameter

* Department of Smart Convergence Electronics, KCCI HRDI, sjhan@korcham.net 032-810-6572

** Department of Information and Communication System, Korea Polytechnics College(Asan)

***★ Corresponding author

Department of Electrical, Electronic & Communication Engineering, Korea University of Technology and Education

※ Acknowledgment

This paper was supported by the Sabbatical Year Research Program of KOREATECH in 2013.

Manuscript received Apr. 27. 2015; revised May. 18. 2015; accepted May. 18. 2015

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

최근 유·무선 통합제어망인 IMS의 등장으로 다양한 단말을 이용한 멀티미디어 서비스 사용량이 증가하고 있다. 하지만 네트워크 자원은 한정되어 있고, 따라서 자원 관리의 필요성이 점차 커지고 있다. 네트워크에서 한정된 자원을 효과적으로 다루는 방법 중 하나는 자원을 차등화 하여 제공하는 것이다. 차등화 서비스를 원활히 제공하기 위하여 이전 IP 네트워크에서의 정책 기반 관리에 대해 많은 연구가 있어왔다. 앞으로 멀티미디어 서비스를 지원하는 IMS의 특성상 이러한 관리의 필요는 점점 더 커질 것으로 보인다.

IMS에서는 자원관리에 대한 정책관리를 위하여 Diameter 프로토콜을 활용한 PDF(Policy Decision Function)를 사용하고 있지만, 많은 장비는 다양한 프로토콜을 활용하여 자원을 효율적으로 관리하고 있다. IMS에서 네트워크 자원관리를 통한 효율적인 멀티미디어 서비스 제공을 위하여, 다양한 프로토콜을 적용한 정책 기반 적용 모델을 제안하고 성능을 분석한다.

본 논문은 II장에서 관련연구인 IMS, PBNM에 대해 고찰을 하고, III장에서 정책기반 PDCF 구조, QoS 정책설정 알고리즘, PDCF 구현방법, 정책설정 시나리오를 제시하고, IV장에서 제안된 정책설정 알고리즘의 성능을 분석하고, V장에서 결론을 제시한다.

II. 관련연구

1. IMS(IP Multimedia Subsystem)

1.1 IMS 개요

IMS가 추구하는 기본적인 서비스 목표는, IP 프로토콜을 기반으로 하여 음성, 오디오, 비디오 및 데이터 등의 멀티미디어를 복합적으로 제공하는 것이며, 신속한 서비스 개발 및 변경이 용이하다는 장점을 구현하고자 하고 있다. 또한 범용의 인터넷 기반 기술을 사용함으로써 서비스의 가격 경쟁력 향상을 꾀하는 동시에, 효율적인 세션관리 기능을 기반으로 다양한 3rd party 애플리케이션과 손쉬운 연동을 가능케 하며, 서비스 사이의 국제적인 연동을 통해 사업 영역의 확장을 가능하게 한다[1].

그림 1은 IMS의 구조를 표현한 것이다. IMS망에서는 호처리를 하는 CSCF(Call Session Control Function)가 존재한다. 이는 SIP기반의 멀티미디어 세션 제어를 위한 기본 기능을 수행하는 인프라 시스템으로서 역할에 따라 P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF로 나뉜다. 그리고 가입자의 프로파일정보, 인증 및 위치 관련 데이터가 저장되어있는 HSS(Home Subscriber

Server)와 실제 서비스 로직을 보유하여 해당 서비스를 제공하는 어플리케이션 서버가 존재하고, 다자간 서비스를 위해서 호 제어기능과 미디어 믹싱을 처리하는 MRF(Multimedia Resource Function)가 있다.

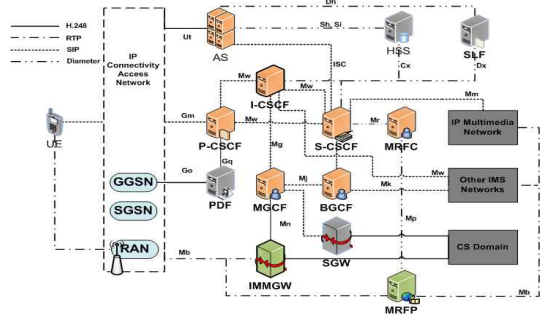


Fig. 1. The structure of IMS
그림 1. IMS 구조

IMS망은 기존의 레거시망인 PSTN(Public Switched Telephone Network)과 연동이 전제로 하고 있기 때문에 IMS망과 레거시망 연동을 위한 시그널링 변환을 해주는 MGCF(Media Gateway Control Function)와 미디어 변환을 위한 IMS-MGW(Media Gateway)가 있으며, PSTN 착신 호에 대한 라우팅 최적화를 고려하여 적당한 MGCF를 선택하는 BGCF도 존재한다[2].

1.2 SIP 프로토콜

SIP(Session Initiation Protocol)는 End-to-End 시그널링 프로토콜이며 이메일과 유사한 주소체계 형태의 동일 식별자(same identifier)를 이용하여 언제, 어디서나 음성 통화 서비스를 비롯한 이메일, 인스턴트 메시징, 프레즌스(presence) 서비스 등을 제공 받도록 한다[3].

SIP을 이용한 통신에서, 발신자(caller)는 수신자(callee)와 새로운 세션을 생성하거나 기존의 세션에 수신자를 참여시키기 위하여, 수신자에게 텍스트 형식으로 구성된 메시지를 전송한다[4-6]. 설정된 세션의 실제적인 내용은 일반적으로 음성, 화상, 화이트보드 등과 같은 하나 이상의 미디어 형식을 포함하여 기술되며 이를 위해 SDP(Session Description Protocol)라는 인터넷 프로토콜을 사용한다.

1.3 SDP 프로토콜

SDP는 스트리밍 미디어 세션의 초기화 인수를 기술하기 위한 포맷이다. SDP의 용도는 세션 공지, 세션 초대, 그리고 그 밖의 멀티미디어 세션 초기화를 위한 요소들을 설정하기 위해 사용되는 포맷이다[7].

SDP는 미디어 폼 자체를 위한 것은 아니지만, 양 끝단 간에 미디어 타입과 포맷에 대해 협상할 수 있는 수단을 제공한다. 이로 인해서 SDP는 새롭게 추가되는 미디어 타입과 포맷을 지원할 수 있으며, 향후의 기술에 대한 호환성을 시스템적으로 지원할 수 있다. SDP는 SAP(Session Announcement Protocol)의 한 부분으로 시작되었고, 최근 RTP, RTSP, SIP와 멀티캐스팅 세션의 정보를 기술하기 위한 단독 포맷 등의 결합을 위한 기능이 추가 되었다[8-9].

2. PBNM(Policy Based Network Management)

2.1 PBNM 개요

정책 기반 QoS 관리의 목적은 네트워크 장비들과 네트워크 형상에 가능한 한 독립적인 방법으로 네트워크의 행위를 기술하는 상위 레벨 QoS 정책들을 사용하여 네트워크의 QoS를 관리하는 것이다. 하나의 QoS 정책이 특정 네트워크 장비에만 국한되는 것이 아니라, 다양한 네트워크 장비들에 사용될 수 있고, 단지 상위 레벨의 QoS 정책만을 수정함으로써 고객의 동적인 SLA(Service Level Agreement) 변경 요구를 바로 네트워크에 적용할 수 있기 때문에, QoS 관리를 위해 상위 레벨의 정책을 사용하는 정책 기반 QoS관리 기법은 효과적이고 동적인 관리를 가능하게 해준다.

QoS 정책 관리 절차는 정책 생성, 정책 유효성 검증, 정책 변환, 정책의 분배 그리고 QoS 모니터링으로 구성된다. QoS 정책 관리자를 통해 상위 레벨 QoS 정책들을 하위레벨 QoS 정책들로의 변환을 수행하고, QoS 정책에 따라 차등 서비스 라우터들 상의 DiffServ MIB 변수 값들을 적절히 설정함으로써 QoS 정책들을 차등 서비스 라우터들로 분배한다.

2.2 IMS의 정책 관리

IMS의 정책 관리는 PDF(Policy Decision Function)를 통해 해당 세션의 QoS를 결정한다. 그림 2는 IMS에서의 PDF의 위치를 표현한 것이다. PDF는 일종의 응용 서버처럼 동작하며, 관리자에 의해 사용되고 인증되어야 할 필요가 있는데 인증 메커니즘 또한 일반 응용 서버의 인증 정책을 일괄적으로 따를 수 있다.

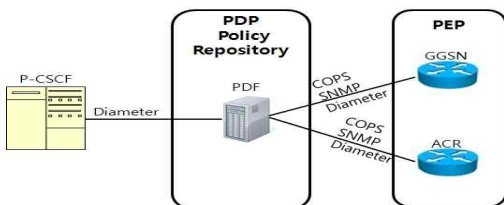


Fig. 2. The PDF position and interface in the IMS
 그림 2. IMS에서의 PDF 위치 및 인터페이스

PDF는 PEP와의 연동을 통하여 해당 정책을 GGSN, ACR에 전달하는 기능을 가지며, 권한부여 토큰(Authorization Token)을 생성하여 QoS 정책이 일치하는지를 확인하는 기능을 포함하며, 사업자의 정책에 따라 그에 상응하는 QoS를 적용할 수 있는 정책을 포함한다. 3GPP에서 제공하는 P-CSCF 구조는 PDF 기능을 포함할 것을 권고하고 있지만, 필요에 따라 PDF는 P-CSCF와 분리될 수 있으며, P-CSCF와 PDF 사이의 인터페이스는 Diameter를 이용한다.

2.3 IMS의 PDF를 적용한 QoS 할당

IMS는 QoS 할당을 위한 프로토콜로 COPS를 사용한다[10]. PDF는 PDP와 동일하며, PEP는 GGSN에 위치한다. PDF는 SIP에서 교환되는 SDP와 HSS로부터 얻은 사용자 프로파일을 기반으로 허가한다.

세션성립을 하는 동안 성공적인 SIP 시그널링은 UMTS 도메인내의 지역적인 QoS 예약에 의해 영향을 받는다. 이는 PDP context signalling을 통해 수행된다. 또한, PDF에 의해 수행되는 policy admission control도 SIP 시그널링에 영향을 준다.

PDF에 의한 허가는 COPS 프로토콜을 기반으로 하는 Go 인터페이스를 통해 GGSN으로 전달된다. 일단 세션이 PDF에 의해 허가되면, 인증 토큰(authorization-token)을 생성하고 SIP 시그널을 통해 UE로 전달한다. UE는 이 인증 토큰을 PDP context를 통해 GGSN으로 전달하고, GGSN은 COPS REQ에 이 인증 토큰을 전달한다[11-12]. 이 메시지를 받은 PDF는 COPS DEC 메시지를 통해 Decision을 GGSN으로 전달한다. 마지막으로 SIP 시그널에 의해 세션이 성립되면, COPS DEC(open gate) 메시지로 해당되는 flow가 통과될 수 있도록 한다.

2.4 프로토콜 비교

정책 프로토콜은 각 라우팅 시스템에서 사용자 데이터 전달 요구를 수신한 경우 사용자에게 적용할 수 있는 정책에 따라 사용자를 수용하거나 거절하는 기능을 수행하기 위해 라우터와 서버 사이에 동작한다.

Table 1. The performance comparison among protocols
 표 1. 프로토콜 사이의 성능 비교

protocol	delay	memory	overhead	extension	packet
SNMP	2	3	3	3	3
Diameter	3	2	2	2	2
COPS	1	1	1	1	1

표 1은 본 논문에서 정책설정을 위해 사용한 프로토콜들을 비교 분석한 내용을 요약한 것으로, 표 1 안

의 숫자는 각 프로토콜 사이를 비교한 수치로 적을수록 성능이 우수함을 나타낸다.

SNMP는 가장 많이 사용되었던 프로토콜로 구현이 용이하고 오류에 대한 피드백이 빠르다는 장점을 가지고 있다. 반면에 정책 설정을 위해서는 QoS 할당 여부를 확인하기 위한 메시지를 추가적으로 사용해야 한다는 단점을 가지고 있다. 또한 확장성이 떨어지는 단점 때문에 주로 모니터링에 국한되어 사용된다.

Diameter는 COPS와 SNMP의 중간 정도에 해당하는 성능을 가지고 있으며, 비교 대상의 프로토콜에 비해 지연이 많이 발생하는 단점을 가지고 있다. AAA와 이동성 관리를 위한 시그널링 프로토콜로 초기에 채택되었지만, IMS의 Cx, Dx, Go, Ro, Sh 등의 인터페이스와 non-IMS의 서비스에 따라 다양한 메시지를 교환할 수 있다는 장점으로 다양한 형태의 서비스를 제공하는데 사용될 수 있다는 큰 장점을 가지고 있다.

COPS는 세 개의 비교 프로토콜 중 가장 성능이 우수하고, 매우 효율적인 프로토콜로 평가되는 프로토콜로서, IMS에서 PDF와 GGSN 엔티티의 Go 인터페이스에 사용되며 QoS와 과금과 관련된 정보의 전송에 사용된다. COPS를 지원하는 네트워크 장비는 PEP의 역할을 수행하므로 정책 설정 값의 일관성을 유지할 수 있지만, 장비가 COPS를 지원하지 못하는 경우 PEP를 별도의 소프트웨어로 운용하는 상황이 발생하고, PEP와 장비 사이에 별도의 프로토콜을 이용하여 정책 설정 값이 전달되는 상황에서, 정책 설정 값에 대한 일관성 문제가 발생할 수 있는 단점이 있다.

III. PDCF 정책구조 및 알고리즘

1. 정책기반 PDF 구조

그림 3은 IMS에서의 PDF 구조를 나타내며, 서비스 기반의 QoS 정책을 제공하는 시스템으로 일종의 AS(Application Server)처럼 작동한다[4-5,13]. PDF는 관리자에 의해 사용되고 인증되어야 할 필요가 있는데 인증 메커니즘 또한 일반 AS 인증정책을 일관적으로 따를 수 있다.

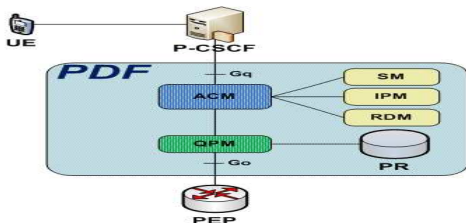
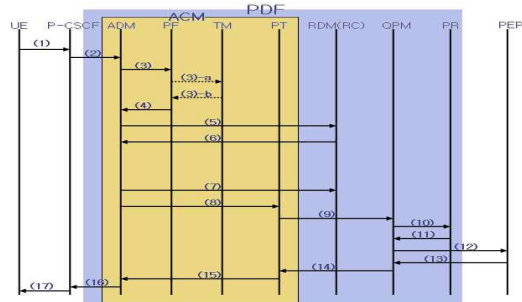


Fig. 3. The PDF structure in the IMS
그림 3. IMS에서의 PDF 구조

예약 관리자(SM)는 사용자에 대한 정보를 생성, 변경 및 삭제한다. 정책 저장소(PR)는 사용자 가입 정보와 사용자 정보 그리고 QoS 정책 정보를 저장하는 디렉터리를 나타낸다. 수락 제어 관리자(ACM)는 SM으로부터의 QoS 서비스 자원 요청(SLS)에 대한 수락 제어 기능을 담당한다. 자원 발견 관리자(RDM)는 네트워크의 토폴로지와 자원 정보인 SNMP MIB를 바탕으로 사용자 단말에서 네트워크 에지까지의 네트워크 토폴로지 데이터베이스와 네트워크 에지(edge)자원 데이터베이스를 작성한다. QoS 정책 관리자(QPM)는 ACM으로부터 입력 받은 상위 레벨 QoS 정책 정보를 하위 레벨 QoS 정책 정보인 LDAP 스키마 데이터로 변환하는 정책 변환과 정책의 생성/수정/삭제 등의 관리 기능을 수행한다. 도메인 사이 정책 관리자(IPM)는 사용자가 로밍 서비스 등으로 자신의 HN이 아닌 다른 네트워크에 접속하는 경우에도 사용자는 어느 정도 차등화 서비스를 받기를 원할 수 있다. ACM은 ADM(Admission Decision Module), Path Finder(PF), Topology Manager(TM), Policy Translator(PT)로 구성된다. ADM은 ACM의 코어 모듈로서 유저의 IP를 참조 Path Finder에게 토폴로지 정보를 Resource Calculator로부터는 링크자원 정보를 획득하여 이를 기반으로 수락제어를 수행한다[14].

그림 4는 사용자가 서비스 요청을 위해 INVITE 메시지를 보내어 PEP가 자원을 할당 받을 때까지의 과정을 보여주고 있다.



- (1) SIP-INVITE
- (2) Diameter-CER
- (3) Subscriber Link Information Request
 - (3-a) Topology Information Request
 - (3-b) Topology Information Response
- (4) Subscriber Link Information Response
- (5) Link Resource Information Request
- (6) Link Resource Information Response
- (7) Link Resource UPDATE
- (8) Network Resource Supply Request
- (9) High-level QoS Policy
- (10) DB Request
- (11) DB Response

Fig. 4. Resource allocation procedure of PEP
그림 4. PEP의 자원할당 절차

2. QoS 정책 설정 알고리즘

2.1 SNMP 알고리즘

그림 5는 PDP Agent가 SNMP를 사용할 경우 QoS 정책 설정 과정을 표현한 것이다. PDF는 해당하는 QoS를 설정하기 위하여 SNMP Set 메시지를 이용하여 GGSN(PEP)에 QoS 할당을 요청한다. QoS할당 요청 후 요청한 QoS의 적용여부를 확인하기 위하여 PDF는 SNMP Get 메시지를 이용하여 할당 여부를 확인한다[15].

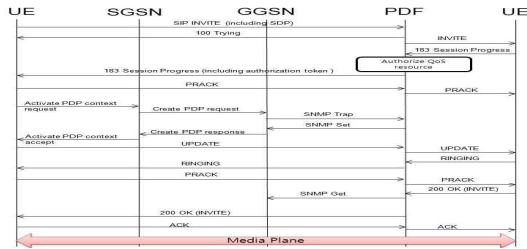


Fig. 5. The policy setting using SNMP
그림 5. SNMP를 사용한 QoS 정책 설정

2.2 COPS 알고리즘

그림 6은 PDP Agent가 COPS를 사용할 경우 QoS 정책 설정 과정을 표현한 것이다. Agent를 통하여 QoS를 설정하기 위하여 COPS REQ 메시지를 이용하여 해당 QoS를 GGSN에 설정하며, 그 결과는 QoS 할당의 성공여부를 포함하는 COPS DEC 메시지를 이용하여 결과를 PDF에 통보한다. 이 메시지를 받은 PDP Agent는 수행 결과를 COPS RPT 메시지를 이용하여 PDF에 통보한다.

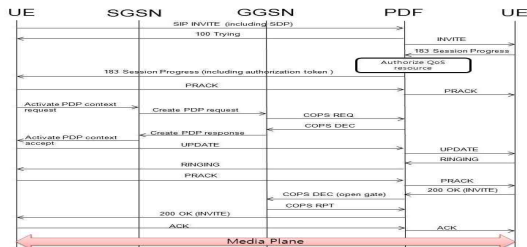


Fig. 6. The policy setting using COPS
그림 6. COPS를 사용한 QoS 정책 설정

2.3 Diameter 알고리즘

그림 7은 PDP Agent가 Diameter를 사용할 경우 QoS 정책 설정 과정을 표현한 것이다. Agent를 통하여 QoS를 설정하기 위하여 RAR 메시지를 이용하여 해당 QoS를 GGSN에 설정하며[7], 그 결과는 RAA 메시지를 이용하여 결과를 PDF에 통보한다. RAA 메시

지에는 QoS할당 성공 여부에 대한 내용과 관련 정보가 포함되어 있다.

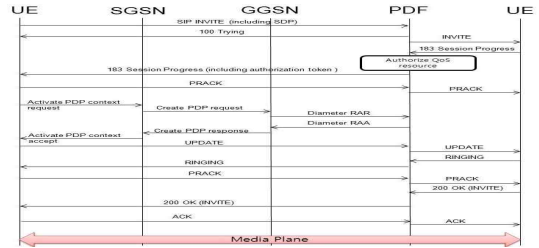


Fig. 7. The policy setting using Diameter
그림 7. Diameter를 사용한 QoS 정책 설정

3. PDCF 구현

PDF를 구현한 프로토타입의 이름을 PDCF(Policy Decision Control Function)라 부르고, 그림 8에 PDCF의 헤더를 나타내었다.

```

/* Definition of Message flow */
#define PDCF_RESERVATION_REQMSG 0
#define PDCF_RESERVATION_RSPMSG 1
#define PDCF_MODIFICATION_REQMSG 2
#define PDCF_MODIFICATION_RSPMSG 3
#define PDCF_RELEASE_REQMSG 4
#define PDCF_RELEASE_RSPMSG 5
#define PDCF_ERR_FAIL 6

/* Definition of PDCF header */
struct hdr_pdcf {
    int msgtype;
    int result;
    double req_bandwidth;
};

/*Header Access Methods */
/*required by Packet Header Manager
inline static intk_offset() { return offset; }
inline static hdr_pdcf* access(const Packet* p) {
    return (hdr_pdcf*)p->access(offset);
}

};

typedef struct {
    int port;
    int node;
} pdf_address;

class PDCFAgent: public Agent {
public:
    PDCFAgent();
    virtual int command(int argc, const char* const* argv);
    virtual void recvPackets(pkt_header);
    void send_reservation_request(int msgt, double r_bw);
    void send_modify_request(int m_msg, double m_bw);
    void send_release_request(int msg);
    int pdf_server;

    void restart(double rs_bw);
protected:
    int debug;
    double avail_bandwidth;
    double req_bw;
    double mod_bw;
};
#endif
    
```

Fig. 8. The source code of PDCF header
그림 8. PDCF 헤더 소스코드

헤더는 간단히 Flow를 확인하는 msgtype 값과 해당 프로시저에 대한 메시지 결과를 확인하기 위한 result 값, 그리고 트래픽 특성에 따른 QoS를 구분하는 클래스, 요구된 자원을 나타내는 req_bandwidth 값으로 구성되어 있다. 프로시저는 자원을 예약하기 위한 reservation관련 요청/응답, 예약된 자원을 수정하기 위한 modification관련 요청/응답, 설정된 자원을 해제하기 위한 release 요청/응답메시지로 정의하였다. 이에 따른 Agent의 기능으로써 명령어를 수행하는 command(), 각 메시지를 수행하고 처리하기 위한 요청 기능들과 자원에 예약된 상태에서 다시금 변경된 대역폭으로 자원을 처리하기 위한 restart() 기능을 포함하였고, 해당 자원은 예약된 총 합을 유지하여 사용 후의 잔여 대역폭을 확인하고 자원의 예약 가능 여부를 판단할 수 있도록 하였다.

그림 9는 PDCF 서버 에이전트 헤더를 정의한 소스 코드를 나타낸 것이다.

```

/**
** PDF Server Agent
**
*/
class PDFSAgent:
class PDFSAgent: public Agent{
public:
    PDFSAgent();
    virtual void recv(Packet* p, Handler *);
    virtual int command(int argc, const char*const* argv);
    void PDFNodeDump();
    void PDFSVR_allocResource();
protected:
    int debug_;
    double linkBW_;
    double originBW_;
    int count_;
    //double req_bw_;
    int qos_class_;
    pdfNode_list pdfNode [MAX_NODE];
};
#endif
    
```

Fig. 9. The source code of PDCF server agent
 그림 9. PDCF 서버 에이전트 소스코드

PDCF 서버 모듈은 각 노드에서 요청된 대역폭 프로파일을 볼 수 있는 PDFNodeDump()과 자원을 할당하는 PDFSVR_allocResource()를 포함하며, 디버깅 체크를 위한 debug_값과 해당 링크의 자원 정보를 나타내는 linkBW_값이 있다. 해당 자원에 예약될 트래픽의 QoS 등급을 설정하여 우선순위를 정할 수 있다.

그림 10은 PDCF에서 사용하는 QoS 설정을 PDCF 서버로 전달하고 이에 대한 결과를 받아보거나 설정된 QoS를 수정하여 수정으로 인해 변경된 자원을 재설정하기 위한 명령어를 정의한 그림이다.

```

int PDFAgent::command(int argc, const char*const* argv)
{
    Tcl Tcl = Tcl::instance();
    if(argc == 2){
        if(strcmp(argv[1], "BW-release")==0){
            send_release_request(PDF_RELEASE_REQMSG);
            return (TCL_OK);
        }
    }
    if(argc == 3){
        if(strcmp(argv[1], "register")==0){
            pdf_server_ = atoi(argv[2]);
            printf("[Agent Request] PDF CLIENT Registered to PDF SERVER node [%d] !!!\n", pdf_server);
            return (TCL_OK);
        }
        if(strcmp(argv[1], "BW-request")==0){
            req_bw_ = atoi(argv[2]);
            if(debug_)
                printf("[Agent Request] Request Bandwidth = [%8.0f]W\n", req_bw_);
            send_reserve_request(PDF_RESERVATION_REQMSG, req_bw_);
            return(TCL_OK);
        }
        if(strcmp(argv[1], "BW-modify")==0){
            mod_bw_ = atoi(argv[2]);
            if(debug_)
                printf("[Agent MODIFY] Modify Bandwidth = [%8.0f]W\n", mod_bw_);
            send_reserve_request(PDF_MODIFICATION_REQMSG, mod_bw_);
            return(TCL_OK);
        }
        if(strcmp(argv[1], "BW-flow")==0){
            pdfZch=(Agent*)TclObject::lookup(argv[2]);
            return (TCL_OK);
        }
    }
    return (Agent::command(argc, argv));
}
    
```

Fig. 10. The command source code of PDCF agent
 그림 10. PDCF 에이전트 명령어 소스코드

register 명령은 PDCF 서버로 먼저 등록을 위해 사용되는 명령어로 PDCF의 정책을 받는 노드에서 가장 먼저 수행되는 명령어이다. BW-request 명령은 정책을 PDCF로 받고자 하는 노드가 자원을 예약하는 명령어로써 원하는 자원 정보를 PDCF 서버로 전송한다. BW-modify는 자원을 수정하고자 할 때 실행하는 명령어이다.

4. 정책 설정 시나리오

그림 11은 IMS에서의 응용 서비스(AS) 요청에 따른 정책 설정 시나리오를 표현한 것이다.

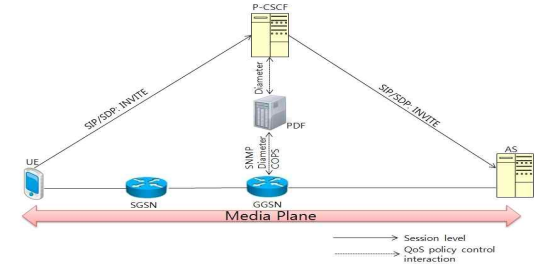


Fig. 11. The policy setting scenario using AS
 그림 11. AS를 이용한 정책 설정 시나리오

사용자가 단말을 이용해 등록 절차를 마치고, 응용 서비스(AS)를 이용하려는 경우 IMS망의 특성상 해당 통신을 위해 세션 설립과정 및 해당 서비스를 이용하기 위한 QoS를 설정해야 한다. 사용자는 SDP를 포함한 SIP INVITE 메시지를 이용해 P-CSCF에 접근하고[9], P-CSCF는 PDF를 이용해 해당 서비스의 정책을 적용하고, 적용할 정책을 해당 프로토콜(SNMP, Diameter, COPS)을 이용해 GGSN에 통보한다.

단말이 해당 응용 서버에 접근하기 위하여 사용하는 SIP INVITE 메시지에 포함되는 SDP 정보는 그림 12와 같다.

```

v=0
o=ecresid 3262464865 3262464868 IN IP6 2001:0646:00F1:0045:02D0:59FF:FE14:F33A
s=M/M01
t=One unidirectional audio media and one unidirectional video media and one bidirectional application media
t=3262377600 3262809600
m=video 50230 RTP/AVP 31
c=IN IP6 2001:0646:00F1:0045:02D0:59FF:FE14:F33A
a=recvonly
m=audio 50330 RTP/AVP 0
c=IN IP6 2001:0646:00F1:0045:02D0:59FF:FE14:F33A
a=sendonly
m=application 50430 udp wb
c=IN IP6 2001:0646:00F1:0045:02D0:59FF:FE14:F33A
a=sendrecv
    
```

Fig. 12. The SDP message delivered from UE
 그림 12. UE가 전송한 SDP 메시지

SDP 메시지의 "t" 파라미터는 INVITE 메시지의 미디어타입의 정보가 포함되어 있으며, "m" 파라미터는 미디어 라인의 타입(audio or video session)이 포함되어 있다. 또한 SDP "b" 파라미터 값을 이용하여 해당 서비스의 대역폭을 설정할 수도 있다.

그림 13은 P-CSCF로부터 AS에 전송된 SIP INVITE 메시지를 나타낸다.

```

v=0
o=ecresid 3262464865 3262464868 IN IP6 2001:0646:00F1:0045:02D0:59FF:FE14:F33A
s=M/M01
t=One unidirectional audio media and one unidirectional video media and one bidirectional application media
t=3262377600 3262809600
m=video 51372 RTP/AVP 31
a=sendonly
m=audio 49170 RTP/AVP 0
c=IN IP6 2001:0646:000A:03A7:02D0:59FF:FE40:2014
a=recvonly
m=application 32416 udp wb
c=IN IP6 2001:0646:000A:03A7:0250:DAFF:FE0EC6F2
a=sendrecv
    
```

Fig. 13. The SDP message delivered to AS
 그림 13. AS에 전달된 SDP 메시지

그림 12와 그림 13의 SDP 메시지를 이용해 PDF는 표 2와 같이 flow identifier의 리스트를 생성한다.

Table 2. The flow identifier list made by PDF
표 2. PDF가 생성한 flow identifier 리스트

Order of 'm'-line	Type of IP flows	Destination IP Address / Port number of the IP flows	Flow identifier
1	RTP (Video) DL	2001:0646:00F1:0045:02D0:5BFF:FE14:F33A / 5020	<1,1>
1	RTCP DL	2001:0646:00F1:0045:02D0:5BFF:FE14:F33A / 5021	<1,2>
1	RTCP UL	2001:0646:00A0:3A70:2D05:BFF:FE14:F33A / 51573	<1,2>
2	RTP (Audio) UL	2001:0646:00A0:3A70:2D05:BFF:FE14:F33A / 49170	<2,1>
2	RTCP DL	2001:0646:00F1:0045:02D0:5BFF:FE14:F33A / 5031	<2,2>
2	RTCP UL	2001:0646:00A0:3A70:2D05:BFF:FE14:F33A / 49171	<2,2>
3	UDP (application) DL	2001:0646:00F1:0045:02D0:5BFF:FE14:F33A / 5040	<3,1>
3	UDP (application) UL	2001:0646:00A0:3A70:2D05:BFF:FE14:F33A / 32416	<3,1>

SDP의 "m"의 값을 이용하여 해당 메시지가 사용하는 미디어 타입 및 응용 서비스 타입을 판단하며, 이를 이용하여 flow identifier를 생성한다. flow identifier는 2개의 튜플(tuple)로 구성되는데, 첫 번째 숫자는 SDP의 "m"의 값을 이용하여 생성한 숫자이며, 두 번째 숫자는 플로우의 순서를 의미한다.

IV. 성능 분석

표 3에 정책 설정 시나리오에 사용된 프로토콜에 따른 INVITE와 정책설정을 위한 트랜잭션의 개수를 비교한 자료를 나타내었다.

Table 3. The transaction analysis among protocols
표 3. 프로토콜 사이의 트랜잭션 비교

	INVITE transaction #	Policy setting transaction #
SNMP	3	1 ~ 2
Diameter	3	1
COPS	3	2

사용자 등록 과정이 완료된 후의 정책 설정을 위한 INVITE 트랜잭션의 수는 동일하지만, 정책 설정 트랜잭션의 수는 설정 과정의 차이로 수가 서로 다르다.

SNMP는 정책 설정을 위한 트랜잭션은 1개만 사용되었으며, 추가적으로 설정된 정책의 설정 여부를 확인하기 위하여 경우에 따라 하나의 트랜잭션을 추가하여(Get) 확인할 수 있었다. Diameter는 정책설정을 위한 트랜잭션은 1개만 사용하였고, RAA 메시지에 정책 설정의 결과 여부가 포함되어 있어 추가적인 트랜잭션은 필요치 않았다. COPS는 2개의 트랜잭션을 이용하였고, 설정을 위한 1개의 트랜잭션 이외에도 설정 결과의 리포트를 받아보기 위한 메시지를 위한 1개의 트랜잭션(DEC/RPT)을 추가적으로 사용하였다.

그림 14는 각 프로토콜마다 INVITE 세션 설립 시 거친 홉의 수를 비교한 그림이다.

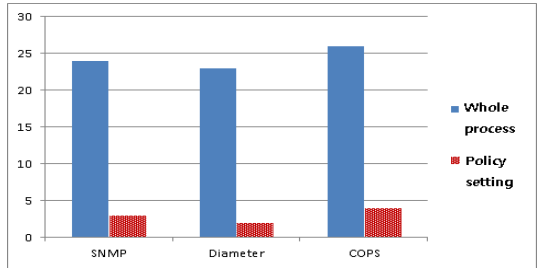


Fig. 14. The Hop counts of INVITE session establishment
그림 14. INVITE 세션 설립 시 홉의 수

INVITE 세션 설립을 위해 사용된 홉의 수가 각 프로토콜마다 다른 이유는 정책 설정 과정 및 리포트 과정에 있어서 프로토콜의 성향 때문이다. SNMP 프로토콜은 PDF에 정책을 설정하고, 그에 대한 결과를 받아오기 위하여 Get 메시지를 이용하며, Diameter는 정책설정에 대한 결과를 받아오기 위하여 사용되는 메시지가 별도로 존재하지 않으며, 해당 내용은 RAA 메시지에 포함되어 전송된다. 또한 COPS는 정책설정에 대한 결과를 얻기 위해 RPT 메시지를 이용한다.

그림 15는 시뮬레이션 시나리오를 나타내며, 사용자 단말(UE)과 다른 노드에서의 트래픽 loss 및 지연이 없는 것으로 가정하였다.

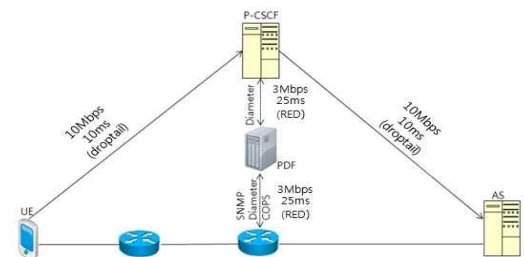


Fig. 15. The scenario of simulation
그림 15. 시뮬레이션 시나리오

표 4와 같은 하드웨어 및 운영체제 환경의 시스템과 NS2를 활용하여 시뮬레이션을 수행하였다.

Table 4. The environment of simulation
표 4. 시뮬레이션 환경

Hardware	Type
Operating System	Ubuntu 12.04
CPU	Intel 2.64GHz(quad core)
RAM	3.2 G
protocol	UDP

정책 설정을 위한 INVITE 메시지 수를 증가시키면서 객체(메시지) 수의 변화에 따른 각 프로토콜의 성능을 측정하였다.

그림 16에 객체의 수를 증가시킴에 따른 프로토콜별 사용가능한 트래픽 비율(효율성)을 나타내었다.

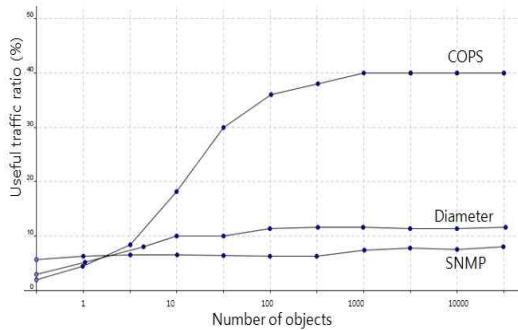


Fig. 16. The useful traffic ratio by the number of objects
그림 16. 객체 수에 따른 트래픽 이용률

가장 효율적인 프로토콜은 COPS로 나타났는데, 그 이유는 COPS에서 사용하는 헤더 크기가 가장 작기 때문이다. Diameter와 SNMP는 COPS에 비하여 상대적으로 객체 수가 증가함에 따라 효율성이 떨어졌으며, 두 프로토콜의 효율성은 Diameter가 조금 더 나은 것으로 나타났다. 하지만 SNMP는 다른 프로토콜에 비하여 객체 수가 적을 경우 더 효율적으로 나타났다. 하지만 객체 수가 증가할수록 COPS에 비하여 효율성이 크게 떨어진다.

그림 17은 객체의 수 증가에 따른 메시지 변환 지연을 측정된 그래프를 나타낸 것이다.

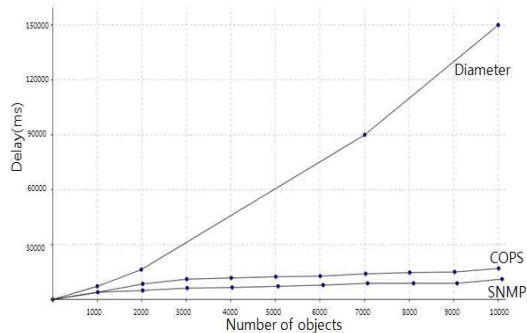


Fig. 17. The delay time by the number of objects
그림 17. 객체 수에 따른 지연 시간

다른 프로토콜에 비하여 Diameter의 지연이 높은 것으로 측정되었으며, 이는 다른 두 프로토콜에 비하여 메시지의 복잡성 때문에 발생되었다. 따라서 프로토콜이 복잡할수록 객체의 변화가 많다면 그에 따른

지연이 많다는 것을 알 수 있다. COPS와 SNMP의 경우 COPS가 지연이 상대적으로 적게 나타났으나 그 차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

결과적으로 프로토콜 자체의 효율성은 COPS가 가장 뛰어나지만 지연이 SNMP가 가장 적게 나타났다. 또한 객체 증가에 따른 지연은 Diameter가 가장 높게 나타났지만, 프로토콜의 효율성 부분에서는 COPS가 가장 좋게 나타났다. 결국 프로토콜마다 특징으로 인하여 각각의 성능이 다르게 나타났으며, 성능으로 인한 우선순위를 정하기에는 힘든 결과를 얻게 되었다.

또한 SNMP는 대부분의 장비들이 정책 프로토콜로 지원하고 있으나, 상대적으로 신뢰성이 부족하며, 서버가 시작하는 메시지 전달 기능 등을 제공하지 못하고 있다. 이러한 단점을 보완하고 제한된 프로토콜이 COPS와 Diameter가 있다. 하지만 서버에서 정책 프로토콜 기능을 가지는 것을 고려해본다면 대다수의 장비가 지원하는 프로토콜은 SNMP가 될 것이다. 하지만 성능을 고려한다면 COPS 혹은 Diameter를 이용해야 할 것이다.

V. 결론

본 논문에서는 정책설정에서 사용되는 대표적인 프로토콜인 SNMP와 COPS를 이용한 IMS에서의 정책설정 시나리오를 제시하였으며, 기존의 Diameter 프로토콜을 이용한 시나리오를 제안하였으며, 각 관리 프로토콜 사이의 기능을 분석하였다.

프로토콜의 기능을 분석한 결과 프로토콜의 신뢰성, 보안 그리고 확장성 등에서 가장 많은 기능을 포함하고 있는 관리 프로토콜은 Diameter이고, 가장 기능이 단순한 프로토콜은 SNMP임을 알 수 있었다.

객체 수의 증가에 따른 프로토콜의 이용률 관점에서 COPS, Diameter, SNMP 순으로 성능이 파악되어 COPS의 성능이 가장 우수함을 알 수 있었고, 객체 수의 증가에 따른 지연의 크기를 살펴보면 지연의 크기는 Diameter, COPS, SNMP 순으로 Diameter가 지연이 가장 크게 파악되어, SNMP 프로토콜이 객체 수의 증가에 따라 지연이 크지 않아 성능이 가장 우수함을 알 수 있었다.

시뮬레이션 결과 객체 수에 따라 효율적인 자원 관리를 위한 적절한 프로토콜을 설정해야 할 것이며, 장비마다 지원하는 프로토콜이 서로 다르기 때문에 프로토콜 지원 여부를 고려하여 정책설정에서 반영해야 할 것이다. 추후 각 장비에서 지원하는 프로토콜 및 정책 설정을 위한 효율성에 따라 프로토콜을 선택하기 위한 연구를 진행해야 할 것이다.

References

- [1] 3GPP TS 23.228, "IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2", V10.0.0, March 2010.
- [2] Gonzalo Camarillo, Miguel A.Garcia-Martin, "The 3G Ip Multimedia Subsystem (IMS) merging the internet and the cellular worlds", 2006.
- [3] Peterson, R. Sparks, M. Handlay and E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol", RFC 3261, June 2006.
- [4] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, and E. Schooler, "Sip: Session initiation protocol", RFC 3261, June 2002.
- [5] J. Rosenberg et al., "SIP: Session Initiation Protocol", IETF RFC 3261, June 2002.
- [6] Rogelio Martinez Perea, "Internet Multimedia Communications Using SIP, A Modern Approach Including Java Practice", Elsevier 2008.
- [7] M. Handlay and V. Jacobson, "SDP: Session Description Protocol", RFC 2327, April 1998.
- [8] IETF RFC 4566: SDP - Session Description Protocol
- [9] IETF RFC 3264: An Offer/Answer Model with the Session Description Protocol (SDP)
- [10] Bo Yu, Dong Yu, Junying Jia, JinghuaLin, "A Review of the Policy-Based QoS Architecture in IMS", PCSPA 2010 pp. 189-192, September 2010.
- [11] 3GPP TS 29.207, "Policy control over Gx interface R7", June 2007.
- [12] 3GPP TS 29.212, "Policy and Charging Control over Gx reference point", September 2007.
- [13] Nae-Son Lee, Jae-Oh Lee, "Police Based Network Management in the IMS", KNOM Review, Vol. 10, No.1, August 2007.
- [14] Seok-Jun Han, Jae-Oh Lee, Seung-Chan Kang, "A QoS Adaption Model on the Policy-based Network Management in the IMS", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 13, No. 7, pp. 3175 ~ 3181, July 2012.
- [15] Gil Heo, Eunhoe Kim, Jaeyoung Choi, "An Extended SNMP-based Management of Digital Convergence Devices", Computer and Information Technology, June 2010.

BIOGRAPHY

Han Seok-Jun (Member)



1996 : BS degree in Information & Communication Engineering, Korea University of Technology and Education.

1999 : MS degree in Electrical Engineering, Korea University.

2013 : PhD degree in Electrical,

Electronics and Communication Engineering, Korea University of Technology and Education

1995 ~ Current : Professor, Department of Smart Convergence Electronics, KCCI HRDI

Shon Hyung-Doh (Member)



1996 : BS degree in Information & Communication Engineering, Korea University of Technology and Education.

1999 : MS degree in Information & Communication Engineering, Korea University of Technology and

Education.

2011 : PhD degree in Electrical, Electronics and Communication Engineering, Korea University of Technology and Education

2001 ~ Current : Professor, Department of Information and Communication System, Korea Polytechnics College

Kang Seung-Chan (Member)



1986 : BS degree in Electronic Engineering, Hanyang University.

1988 : MS degree in Electronic Engineering, Hanyang University.

1993 : PhD degree in Electronic Engineering, Hanyang University.

1993 ~ Current : Professor,

Department of Electrical, Electronics and Communication Engineering, Korea University of Technology and Education