Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 14, No. 9 pp. 4492-4497, 2013

http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.9.4492

그룹결정방법을 이용한 WLAN과 UMTS간의 수직 핸드오버

김남선[1*]
[1]대진대학교 통신공학과

The Vertical Handover Between WLAN and UMTS using Group Decision Making Method

Nam-Sun Kim[1*]
[1]**Dept. of Communication Engineering, Daejin University**

요 약 차세대 무선 네트워크 시스템에서 이동 단말은 다수의 무선 액세스 네트워크를 접속할 수 있는 능력을 갖는다. 이런 이기종 환경에서 네트워크 선택 메커니즘은 사용자에게 QoS를 보장해주기 위한 중요한 역할을 담당한다. 본 연구에서는 최적의 네트워크 선택을 위해 AHP 기법을 그룹결정방법에 적용한다. 특정 QoS를 요구하는 사용자들과 유사한 특성을 갖는 액세스 네트워크들을 각각 그룹으로 생각한다. 이 경우 비슷한 특성을 갖는 네트워크들을 그룹으로 묶어, 일차적으로 그룹간의 판별을 통해 적합한 그룹을 선택한 후, 그 그룹에서 네트워크 선택 알고리즘에 의한 네트워크 순위를 통해 최적의 네트워크를 선택해 주는 방법이다. 여기서 네트워크 선택 알고리즘은 결정요소의 가중치를 계산하는 AHP와 접근 네트워크의 등급을 결정하는 GRA 방법을 이용한다. MATLAB 시뮬레이션 결과, 제안된 시스템은 각 서비스 내 모든 사용자들이 0.9 이상의 높은 판정값으로 동일한 네트워크를 선택함을 알 수 있었다. 결과적으로 제안된 시스템은 WLAN과 UMTS의 통합망에서 기존시스템에 비해 효과적인 네트워크 선택 알고리즘임을 알 수 있다.

Abstract An important features of next-generation wireless networks will be heterogeneous environment in which a mobile terminal will be able to connect to multiple radio access networks and network selection mechanisms play an important role in ensuring QoS for users in this environment. In this paper, our study is concerned with an extension of the well known AHP to the group decision making methods. The users requested specific QoS divide into a group and the access networks with similar characteristics split into a group. Between each group, the one group is selected and within that group, the best access networks will be assigned according to priority order by network selection algorithm. The experimental results of MATLAB simulation show that the every user in each services can select the same network with decision value as large as 0.9. Consequently, the proposed network selection mechanism is more effective than conventional one in integrated UMTS and WLAN networks.

Key Words : Heterogeneous, MADM, Vertical Handover

1. 서 론

최근 무선 네트워킹 기술의 발전으로 여러 다양한 특성을 갖는 LTE, WLAN, Bluetooth 등의 무선 네트워크가 공존하고 있으며, 각각의 네트워크를 기반으로 다양한 서비스가 제공되고 있다[1]. 사용자는 하나의 단말로 여러 다양한 서비스를 제공 받기를 원하지만 액세스 네트워크들은 제공하는 전송속도와 용량 등이 다르며 특정 응용 서비스를 지원할 수 있는 QoS도 서로 다른 특성을 갖는다. 응용 서비스의 끊김 없는 서비스를 지원하기 위해 액세스 망에서 특정 QoS를 지원할 수 있는 능력에 대한 고려가 중요하다[2].

*Corresponding Author : Nam-Sun Kim(Daejin Univ.)
Tel: +82-31-539-1922 email: kimns@daejin.ac.kr
Received June 4, 2013 Revised June 24, 2013 Accepted September 6, 2013

서로 다른 네트워크간의 이동을 수직 핸드오버(vertical handover)라 하며, 수직 핸드오버는 핸드오버 초기화, 핸드오버 준비와 핸드오버 수행과정으로 나누어진다[2]. 여기서 핸드오버 초기화는 대상 네트워크(candidate network)를 탐색하는 것이며, 핸드오버 준비과정은 대상 네트워크들 중에서 최상의 네트워크를 선택하는 것이다. 수직 핸드오버를 위해서는 수신신호 세기뿐만 아니라 서비스 형태(traffic class), 사용비용(cost), 네트워크 상태 등의 요소들을 고려하여야 하므로 사용자는 특정 네트워크에 구속되지 않고 사용자가 선호하는 서비스 품질을 제공하는 최적의 네트워크들에 접속할 수 있는 효율적인 알고리즘이 필요하다.

이종 네트워크 환경에서 여러 파라미터를 기준으로 수직 핸드오버를 위한 최적의 네트워크를 선택하기 위한 방법으로 다속성 의사 결정 기법(MADM, Multi Attribute Decision Method)이 있다[2,3]. 이러한 MADM의 대표적인 방법으로, AHP(Analytic Hierarchy Process), GRA(Grey Relational Analysis), SAW(Simple Additive)와 TOPSIS(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) 등이 있다. 본 연구에서 사용한 AHP와 GRA를 결합한 네트워크 선택 알고리즘은 QoS 관련 여러 요소들을 고려하여 사용자의 서비스에 적합한 네트워크를 선택한다. 여기서 AHP는 사용자의 선호도 및 서비스의 특성에 따라 가중치를 부여하며, 각 요소들에 따른 접근 네트워크들의 가중치를 구하기 위해 사용하였다. 한편 GRA는 여러 네트워크들의 성능을 정형화하여 비교하기 위하여 사용하였다.

기존의 연구에서 네트워크간의 QoS 보장을 위한 이기종간의 최적 네트워크 선택할 수 있는 알고리즘의 연구가 진행되었다. [3]은 fuzzy 추론을 기초로 한 네트워크 선택 알고리즘을 제안했다. 수직적 핸드오버를 위해 사용자 선호도, 네트워크의 특징 및 단말의 상태 등을 이용했으며 모든 네트워크 파라미터들의 값을 이용하여 SAW, TOPSIS와 같은 MADM 방법을 적용하여 네트워크를 선택하는 방안을 제안하였다. 문헌 [1]과 [4]에서는 AHP와 GRA를 결합한 네트워크 선택알고리즘을 제안하였으며, 다양한 요소들을 고려한 비용함수 기반 네트워크 선택알고리즘도 제시되었다. 또한 문헌[5]에서는 최적의 무선 네트워크를 선택하기 위해 AHP와 게임이론을 결합하여 분석하였다. 이와 같이 많은 수직 핸드오프 알고리즘들이 제안되었지만 대부분의 연구들은 단일 사용자에게 최적의 네트워크를 할당하기 위한 알고리즘이라 볼 수 있다.

그러나 본 연구에서는 다음의 두 가지 이유로 새로운 알고리즘을 제안하려 한다. 첫 번째는 동시에 동일한 QoS 특성을 요구하는 사용자가 2명 이상이 될 수 있다는 점이다. 두 번째는, 여러 액세스 네트워크들은 대역폭, 지연, 지터 등의 물리적 특성이 다르지만 그 중 유사한 특성을 갖는 다수의 네트워크들이 한 서비스 영역에 동시에 존재할 수도 있다는 점이다. 이런 경우 동일한 QoS를 요구하는 사용자들과 유사한 특성을 갖는 네트워크들을 각각 그룹으로 생각할 것이다. 네트워크 선택을 위해, 그룹 내 임의의 사용자가 각 그룹의 임의의 한 개의 네트워크를 통해 적합한 네트워크 그룹을 우선 선택하고, 선택된 그룹에 대하여 순위 결정을 통해 동일 서비스를 요구하는 사용자들에게 순서적으로 네트워크를 선택할 수 있게 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안된 알고리즘에 필요한 사항을 간략히 소개하며, 3장에서는 제안하고자 하는 시스템을 제시하고 분석한다. 4장에서는 실험과정과 결과를 나타내고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 요소기술의 개요

본 장에서는 이종 망 환경에서 사용자의 응용서비스에 최선의 QoS를 지원하기 위한 네트워크 선택 알고리즘을 제시하기 위해 필요한 사항을 간략하게 기술한다.

2.1 3GPP 표준의 QoS 클래스

단말에서 서비스 중인 응용들은 이용하는 트래픽 특성에 따라 다양한 수준의 QoS를 요구한다. 사용자의 트래픽 클래스는 3GPP에서 제안한 것과 같이 QoS 서비스에 따라 4개의 트래픽 클래스를 정의하며 주요 특성을 Table 1에 표시하였다[6]. 한 예로, Conversational 클래스는 고정 자원 할당을 통해 적은 지연시간을 요하는 응용에 적합한 서비스이며 Streaming 클래스는 평균 지연시간을 보장해 주는 서비스이다. 또한 Background 클래스는 최소의 패킷 손실을 보장해 주는 특징을 갖는다.

[Table 1] Main characteristics of QoS classes

Traffic classes	Characteristics	Application
Conversational	low delay, low jitter, no buffering	speech, VoIP, video
Streaming	moderate delay and Jitter, buffering allowed	video(audio) streaming
Interactive	moderate jitter, buffering allowed, low BER	web browsing
Background	Low BER, Low Bandwidth	email, file downloading

2.2 AHP와 GRA를 결합한 선택알고리즘

네트워크 선택 과정에서, 계층적 분석과정(AHP)은 평가 요소들의 가중치를 구하기 위해 사용되며, 그레이 관계분석(GRA)은 각 네트워크들의 최종 순위를 결정하기 위해 사용된다[1,4]. AHP는 의사 결정의 전 과정을 여러 단계로 나눈 후 단계적으로 분석하여 해결함으로써 최종적인 의사결정에 이르는 방법이다. AHP는 다음과 같은 5단계 과정을 따르며 가중치는 각 결정요소에 대한 중요도를 나타낸다.

단계 1 : 의사결정 요소들 간의 관계를 분석하여 의사결정 계층구조를 트리화
단계 2 : 각 단계 요소의 상대적 중요도(선호도)에 따른 '상대비교' 수행
단계 3 : 의사결정요소들의 상대적인 가중치를 계산
단계 4 : 일관성 평가지수로 평가결과의 신뢰성 확인
단계 5 : 각 결정요소에 대한 전체적인 가중치 결정

GRA는 서로간의 유사성이나 변화를 알아보기 위한 것으로, 측정된 결과에 대한 경향을 정량화시키기 위해 0과 1사이의 값을 갖는 계수(GRC, Gray Relational Coefficient)를 계산하고 최적의 경우와 비교하여 양적으로 표현하는 기법이다. GRA 수행 순서는 다음의 3단계로 나눠진다.

단계 1: 수열의 정규화

㉠ Larger-the-better :

$$x_i^*(j) = \frac{x_i(j) - L_j}{U_j - L_j} \quad (1)$$

㉡ Smaller-the-better :

$$x_i^*(j) = \frac{U_j - x_i(j)}{U_j - L_j} \quad (2)$$

여기서 U는 최대값, L은 최소값을 나타낸다.

단계 2: GRC 계산

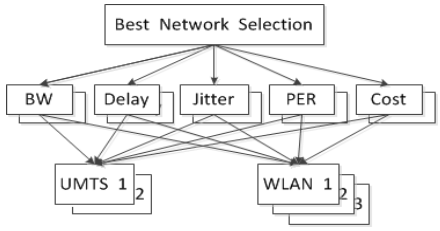
$$GRC_i = \frac{1}{\sum_{i=1}^{k} w_j |x_j^*(j) - 1| + 1} \quad (3)$$

여기서 w_j는 j번째 QoS의 가중치이다.

단계 3: GRC를 구하여 사용자에게 최적의 네트워크를 선정해 주며 또한 GRC 값을 비교하여 네트워크들의 순위를 결정한다.

3. 제안된 시스템

제안된 시스템의 네트워크 선택 알고리즘은 특정 QoS 요구조건을 만족시키는 최적의 네트워크를 선택하는 수직 핸드오버를 수행 할 것이다. 본 연구에서는 동일한 응용 서비스를 요구하는 사용자들이 2명 이상으로 가정하였으며, 유사한 특성을 갖는 다수의 대상 네트워크들이 다수 존재 하는 시스템을 고려할 것이다. 네트워크 선택 문제를 해결하기 위해 제안된 두 레벨을 갖는 AHP 계층구조를 Fig. 1에 나타내었다. 여기서 QoS 보장을 위한 네트워크 선택 요소로 Delay, Jitter, PER, Bandwidth(BW)와 Cost를 이용한다.



[Fig. 1] AHP hierarchy model

본 연구에서는 3가지 형태의 응용서비스를 고려한다. 첫 번째 응용서비스(Service 1)는 지연과 지터에 민감한 서비스, 두 번째 응용서비스(Service 2)는 적당한 지연과 지터를 요구하는 서비스이며 세 번째 응용서비스(Service 3)는 낮은 에러율과 적은 대역폭을 요구하는 서비스이다. 이것은 응용 서비스들이 요구하는 특정 파라미터에 대해 가중치를 부여함으로서 요구되는 QoS를 보장하기 위함이다. 즉, 임의의 응용 서비스에서 상대적으로 중요하게 고려되는 QoS 파라미터에 큰 가중치를 두어 최적의 네트워크를 선택하기 위해서이다. 이러한 점을 고려하여 Service 1을 요구하는 사용자가 2명인 경우의 상대 비교 행렬(comparison matrix)은 Table 2와 같다. 또한 Service 2와 Service 3의 서비스 특성을 요구하는 사용자들에 대한 상대 비교행렬은 각각 Table 3, Table 4와 같다[7,8]. 여기서 각 응용 서비스 사용자는 2명이라고 생각했으므로‘( )’를 이용해서 두 사용자들의 비교행렬을 동시에 표시하였다.

[Table 2] Comparison matrix for Service 1

Service 1	Delay	Jitter	PER	BW	Cost
BW	1	1(1)	7(9)	7(9)	1(1)
Delay	1(1)	1	7(9)	7(9)	1(1)
Jitter	1/7(1/9)	1/7(1/9)	1	1(1)	1/7(1/8)
PER	1/7(1/9)	1/7(1/9)	1(1)	1	1/7(1/8)
Price	1(1)	1(1)	7(8)	7(8)	1

[Table 3] Comparison matrix for Service 2

Service 2	Delay	Jitter	PER	BW	Cost
BW	1	1/3(1/4)	3(5)	1/3(1/5)	1/3(1/5)
Delay	3(4)	1	7(9)	1(1)	1(1)
Jitter	1/3(1/5)	1/7(1/9)	1	1/7(1/9)	1/7(1/8)
PER	3(5)	1(1)	7(9)	1	1(1)
Price	3(5)	1(1)	7(8)	1(1)	1

[Table 4] Comparison matrix for Service 3

Service 3	Delay	Jitter	PER	BW	Cost
BW	1	1(1)	1/9(1/7)	1/5(1/4)	1/7(1/8)
Delay	1(1)	1	1/9(1/7)	1/5(1/4)	1/7(1/8)
Jitter	9(7)	9(7)	1	5(4)	3(2)
PER	5(4)	5(4)	1/5(1/4)	1	1/3(1/2)
Price	7(8)	7(8)	1/3(1/2)	3(2)	1

다음으로는 Fig. 1의 AHP 계층의 두 번째 계층에 해당하는 이용 가능한 접근 네트워크에 대해 살펴본다. 본 연구에서는 다수의 네트워크들 중에서 유사한 특성을 갖는 네트워크들을 그룹으로 묶는 형태를 고려한다. 즉, 다양한 무선 액세스 네트워크들 중에서 3개의 WLAN 그리고 2개의 UMTS 네트워크들이 한 서비스 영역에 있다고 가정한다. 이 경우, 각 네트워크들의 물리적 특성을 고려한 네트워크 파라미터들에 대한 상대비교행렬은 다음 Table 5 ~ Table 9와 같다[9,10]. 이것은 핸드오버를 위한 접근 네트워크에 대한 자원을 평가하여 Delay, Jitter, PER, BW와 Cost에 대한 상반행렬을 구성한 것이다.

[Table 5] Network parameter for delay

Delay	WLAN	UMTS
WLAN	1	3(5, 7)
UMTS	1/3(1/5,1/7)	1

[Table 6] Network parameter for jitter

Jitter	WLAN	UMTS
WLAN	1	2(5,7)
UMTS	1/2(1/5,1/7)	1

[Table 7] Network parameter for PER

PER	WLAN	UMTS
WLAN	1	1/7(1/7,1/5)
UMTS	7(5)	1

[Table 8] Network parameter for BW

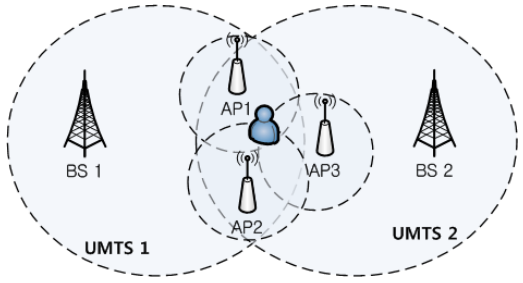
BW	WLAN	UMTS
WLAN	1	5(6,7)
UMTS	1/5(1/6,1/7)	1

[Table 9] Network parameter for cost

Cost	WLAN	UMTS
WLAN	1	3(3,7)
UMTS	1/3(1/7)	1

4. 모의실험 결과

본 절에서는 제안한 방법이, 사용자별로 네트워크를 탐색 및 선택하는 기존의 방법[4]보다 효율적인 방법이라는 것을 보이고자 한다. 이종 네트워크가 한 서비스 영역에 중첩되어 존재하는 네트워크 환경은 Fig. 2와 같다.



[Fig. 2] Network environment.

시뮬레이션은 사용자가 Fig. 2와 같은 이종 네트워크 환경에 진입하는 경우를 고려한다. QoS에 관련된 여러 요소를 고려해서 네트워크를 선택할 수 있도록 AHP와 GRA를 이용한 네트워크 선택 알고리즘을 사용하였다. AHP와 GRA를 이용한 네트워크 선택 알고리즘은 크게 두 부분으로 나누어진다. 첫 번째는 응용 서비스에 따라 네트워크 평가 기준들의 가중치를 결정하기 위해 AHP를 적용하는 단계이며, 두 번째 단계는 각 네트워크 접근들의 최종 순위를 결정하기 위해 사용되는 GRA를 적용하는 단계이다. Table 10은 Table 2, 3과 4에서 나타낸 응용 서비스에 따른 상대적인 가중치들이며, Table 11은 Table 5 ~ Table 9에서 표시한 네트워크 파라미터들에 대한 가중치를 나타내었다.

[Table 10] Weights of QoS parameter for services

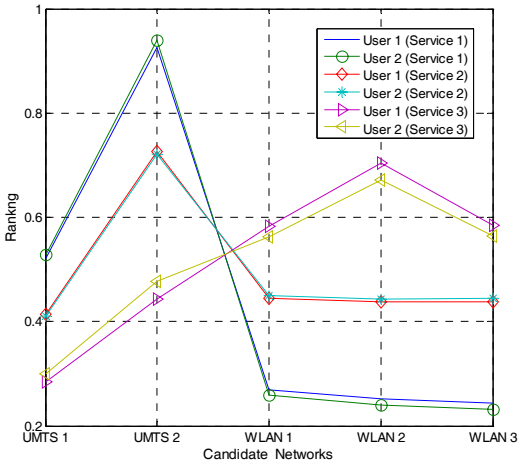
	Service 1		Service 2		Service 3	
	User 1	User 2	User 1	User 2	User 1	User 2
Delay	0.3043	0.3142	0.1009	0.0834	0.0405	0.0462
Jitter	0.3043	0.3142	0.2867	0.2889	0.0405	0.0440
PER	0.0435	0.0358	0.0391	0.0297	0.5067	0.4611
BW	0.0435	0.0358	0.2867	0.3021	0.1455	0.1526
Cost	0.3043	0.3000	0.2867	0.2958	0.2668	0.2961

[Table 11] Weights of parameters for access networks

	Group 1		Group 2		
	UMTS 1	UMTS 2	WLAN 1	WLAN 2	WLAN 3
Delay	0.2500	0.1667	0.7500	0.8333	0.8750
Jitter	0.3333	0.1667	0.6667	0.8333	0.8750
PER	0.8333	0.8750	0.1667	0.1250	0.1250
BW	0.1667	0.1429	0.8333	0.8571	0.8750
Cost	0.2500	0.1250	0.7500	0.8750	0.8750

Table 10과 Table 11을 살펴보면, 서비스나 네트워크 그룹들의 구성원들이 갖는 파라미터들이 유사한 가중치들을 가지므로 그룹으로 분류할 수 있음을 알 수 있다.

Fig. 3은 기존의 방법[4]을 이용하여 실험한 네트워크 선택 결과를 보여준다. 여기서는 그룹의 방법을 사용하지 않고 각 사용자들이 독립적으로 많은 접근 네트워크를 탐색하여 각 응용이 요구하는 최적의 QoS를 제공할 수 있는 네트워크를 선택하였다.



[Fig. 3] Network selection results for conventional methods

Fig. 3에서 보듯이 Service 1과 Service 2 그룹 사용자들은 UMTS 2를 선택했음을 알 수 있다. 이는 다른 네트워크보다 UMTS 2에서 요구된 QoS를 보장 받을 수 있음을 나타낸다. 마차가지로 Service 3 사용자는 WLAN 2를 최적의 네트워크로 선택하였다. 여기서 각 서비스 그룹에 속한 사용자들이 모두 같은 결과를 얻었음을 알 수 있었다.

다음은 제안된 방법을 통해서 분석한다. 각 응용 서비스에는 2명의 사용자가 그룹으로 되어 있으며, 접근 네트워크 중에서 2개의 UMTS 네트워크로 구성된 그룹과 3개의 WLAN 네트워크들로 구성된 그룹을 각각 Group 1과 Group 2로 한다. 각 서비스 그룹의 대표 사용자가 각 그룹의 임의의 대표 네트워크를 탐색하여 적합한 그룹을 선택하고, 다음으로 선택된 그룹 내 전체 네트워크를 대상으로 네트워크들의 순위를 정한다. 실험 결과를 Table 12에 나타내었는데, 여기서'Between Groups'은 그룹간의 비교 결과를 뜻하며,'Within Group'는 선택된 그룹 내의 네트워크들에 대한 등급을 나타내고 있다.

[Table 12] Selection results for proposed algorithm

		Between Groups	
		Group 1	Group 2
Service 1	User 1	0.9286	0.3325
	User 2	0.9413	0.3218
Service 2	User 1	0.7332	0.5099
	User 2	0.7281	0.5143
Service 3	User 1	0.4648	0.7385
	User 2	0.4964	0.7095

Within Group				
UMTS 1	UMTS 2	WLAN 1	WLAN 2	WLAN 3
0.5943	0.9916	×	×	×
0.5883	0.9932	×	×	×
0.6798	0.9573	×	×	×
0.6798	0.9554	×	×	×
×	×	0.8663	0.9468	0.8578
×	×	0.8774	0.9412	0.8676

Table 12에서 보듯이, Service 1과 Service 2는 1차적인 그룹간의 판별을 통해서 Group 1(UMTS 그룹) 이 선택되었고, Group 1 내의 판별과정을 거쳐 UMTS 1을 가장 최적의 네트워크로 결정되었으며 다음으로 UMTS 2가 선택될 수 있다. 또한 Service 3는 Group 2(WLAN 그룹)을

선택한 후 그 그룹 내에서는 WLAN 2/1/3 순서로 선택될 수 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 Fig. 3에서 제시한 기존 방식의 결과와 일치함을 알 수 있다. 그러나 제안한 그룹 결정방법에서는 그룹 내 모든 사용자가 네트워크 탐색 및 선택과정에 참여할 필요가 없다. 즉, 그룹 내 임의의 한 사용자가 네트워크 탐색 및 선택과정을 수행한 후 나머지 사용자는 그 결과에 따라 차후 순위의 네트워크를 차례로 할당받을 수 있기 때문에 기존의 방법보다 효과적으로 네트워크를 선택할 수 있는 알고리즘이라 볼 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 사용자의 응용 서비스에 최적의 QoS를 지원하기 위해 이종 망 환경에서 최적의 네트워크를 선택할 수 있는 방안에 대해 연구하였다. 동일한 응용 서비스를 동시에 요구하는 사용자가 2명 이상이 될 수 있으며 여러 액세스 네트워크들 중 유사한 특성을 갖는 다수의 네트워크들이 한 서비스 영역에 동시에 존재할 수도 있기 때문에 사용자들과 접근 네트워크를 그룹으로 분류하여 네트워크 선택 알고리즘을 적용해 보았다. AHP와 GRA를 결합한 방법 이용하여 실험을 한 결과, 단일 사용자가 네트워크를 탐색하고 결정하는 기존의 방법과 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 그러나 제안된 그룹 결정방법에서는 그룹 내 모든 사용자가 네트워크 탐색 및 선택과정에 참여할 필요가 없으므로 기존의 방법보다 효과적으로 네트워크를 선택할 수 있는 방법이라 볼 수 있다.

향후, 더욱 정확한 네트워크 선택을 위해서 Delay, Jitter, PER, BW와 Cost뿐 만 아니라 다양한 QoS 요소들을 고려해야 할 것이다. 또한 본 연구에서, Service 1, 2와 3으로 표현한 각 서비스들이 요구하는 특성들의 범위를 정확히 규정하고, 이를 바탕으로 하는 네트워크 선택 알고리즘을 개발하는 것이 필요하다.

References

[1] Q. Song, A. Jamalipour, "A network selection mechanism for Next Generation Networks," IEEE International Conference of Communication, vol. 2, pp.1418-1422, 2005.
DOI: http://dx.doi.org/10.1109/ICC.2005.1494578

[2] Yaw Nkansah-Gyekye, "An Intelligent Vertical Handoff Decision Algorithm In Next Generation Wireless Networks," University of the Western Cape, Doctor thesis, May 2010.

[3] Z. Wenhui, "Handover decision using fuzzy MADM in heterogeneous networks," WCNC 2004, pp. 653-658, March, 2004

[4] Q. Song, A. Jamalipour, "Network selection in an integrated Wireless LAN and UMTS environment using mathematical modelling and computing techniques," IEEE wireless communications, pp.42-48, June 2005.
DOI: http://dx.doi.org/10.1109/MWC.2005.1452853

[5] C. Xuejun and L. Fang, "Network Selection for Group Handover in Multi-access Networks," ICC '08, pp.2164-2168, May, 2008.

[6] 3GPP Technical Specification Group Service and System Aspects QoS Concept (3G TR 23.907 version 1.1.0)

[7] Y. Shun-Fang and Wu Jung-Shyr. "A IEEE 802.21 Handover design with QOS provision across WLAN and WMAN," IEEE ICCCAS, pp.548-552, May, 2008.
DOI: http://dx.doi.org/10.1109/ICCCAS.2008.4657833

[8] Rodrigo-Alberto, "Handling Multiple Communications Sessions in an Heterogeneous Network Environment," Chalmers university of technology master thesis, Sep, 2009.

[9] Lennart Isaksson, "Seamless Communications ," Blekinge Institute of Technology, Doctoral Dissertation, Sweden, 2007.

[10] S. Dhar, A. Ray and R. Bera, "Design and Simulation of Vertical Handover Algorithm," International J. of Engg. Sci. and Tech. vol 2, No 10, October, 2010

김 남 선(Nam-Sun Kim) **[정회원]**

- 1991년 8월 : 한양대학교 전자통신공학과 (공학석사)
- 1995년 8월 : 한양대학교 전자통신공학과 (공학박사)
- 1996년 3월 ~ 현재 : 대진대학교 통신공학과 교수

<관심분야>
WCDMA, 멀티미디어 이동통신, Cognitive Radio