

다양한 환경에 적용이 가능한 UHGA 채널 할당 방식

UHGA channel assignment can be applied under various environments

허서정* · 손동철** · 김창석*†

Seo-Jung Heo, Dong-Cheol Son, and Chang Suk Kim†

*공주대학교 컴퓨터교육과, **백석대학교 정보통신공학과

† Dept. of Computer Education, Kongju National University
Dept. of Information and Communication, Baekseok University

요약

스마트 기기의 보급 확대로 다양한 콘텐츠를 서비스하는 이동 단말기의 한정된 채널 할당 문제가 심화되고 있다. 이동통신망에서는 이동국에서 채널할당 요청이 있을 때 교환국에서 각 기지국에 속한 이동국에 채널을 할당한다. 이 때 한정된 채널을 효과적으로 할당하기 위한 다양한 방식들이 제안되고 있는데, 여기서는 하이브리드 채널 할당에 유전 알고리즘을 이용한 UHGA(Universal Hybrid Channel Assignment using Genetic Algorithm)이 농촌 지역이나 도심 지역과 같은 다양한 환경의 범용 망에 적용되어 효율성이 있음을 시뮬레이션을 통해 검증한다.

키워드 : 유전 알고리즘, 하이브리드 채널할당, 범용 망, 이동국, 교환국

Abstract

As the spread of smart devices that service variety of content, limited mobile terminal channel assignment problem has intensified. In the channel assignment in mobile networks mobile switching center at the request belongs to each base station allocates the channel to the mobile station. This effectively allocate the limited channels of various methods have been proposed for, in this case a hybrid channel allocation using genetic algorithms UHGA (Universal Hybrid Channel Assignment using Genetic Algorithm) in rural areas or urban areas, such as universal network applied to a variety of environments that the efficiency is verified through simulation.

Key Words : Genetic Algorithm, Hybrid Channel Assignment, Universal Network, Mobile Station, Base Station

1. 서론

최근 스마트 기기의 폭발적인 보급으로 우리 사회 전반에 획기적인 변화가 일어나고 있다. 여러 분야에 다양한 콘텐츠를 서비스하는 이동 단말기의 증가는 이동 통신망에서의 한정된 채널 할당 문제를 심화시키고 있다. 한정된 채널을 효과적으로 할당하기 위해 셀에 영구적으로 채널을 할당하는 고정 채널 할당 방식과 요청되는 모든 셀에 동적으로 할당하는 동적 채널 할당 방식, 이를 조합한 하이브리드 채널 할당방식이 있다[1].

그러나 현실적으로는 통신사업자들이 현장에서 취득한

통계치를 이용하여 기지국마다 채널할당 정책을 수행하고 있는 실정이다. 왜냐하면 채널 할당 문제는 NP-hard 문제 이면서 동시에 실시간으로 해를 구해야 하는 특성 때문에 휴리스틱 알고리즘을 적용하여 최적해는 아니지만 최적해의 근접해를 구하는 것이 현실적인 대안이 된다.

본 논문에서는 이러한 채널 할당을 효율적으로 하기위해 유전 알고리즘과 하이브리드 채널 할당 방식을 혼합 적용하여 상호 간에 효율적으로 해를 탐색할 수 있는 UHGA(Universal Hybrid Channel Assignment using Genetic Algorithm) 채널 할당 방식을 이용하여, 이 알고리즘이 범용 망에서 효율적인 채널 할당을 수행하는 것을 시뮬레이션을 통해 검증한다[2, 3, 4, 5].

무선에서는 유선에서 채널을 할당하는 방식과는 달리 채널간 간섭이란 문제가 발생하므로 할당시 고려할 사항들이 많다. 이는 사용자에게 양질의 서비스를 제공하고 한정된 채널을 효율적으로 사용하는 척도가 되기 때문이다.

본 논문에서 제안한 UHGA 채널 할당 방식은 간섭을 최소화하면서 해를 평가하고, 해의 우열을 잘 구별해 낼 수 있도록 2차 행렬을 이용하여 이격 거리를 두어 간섭을 최소화하였다. 또한 간섭을 최소화하면서 해의 탐색 공간을 줄일 수 있는 해 표현 방법을 적용하였다[4, 6, 7].

접수일자: 2013년 10월 7일

심사(수정)일자: 2013년 10월 7일

게재확정일자: 2013년 11월 17일

† Corresponding author

이 논문은 2012년 공주대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었음.

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.

2. 시스템 모델 및 범용 망 구조

본 논문에서 제안하고자 하는 UHGA 채널 할당 방식은 하이브리드 채널 할당(HCA) 방식에 셀과 셀 사이에 간섭을 고려하여 채널을 할당하기 위하여 유전 알고리즘을 이용하여 범용 망에 적용할 수 있는 채널 할당 방식이다. 그림 1은 UHGA 채널 할당 방식의 구조를 나타내고, 그림 2는 UHGA 채널 할당 방식의 전체 모델에 대해 표현하고 있다.

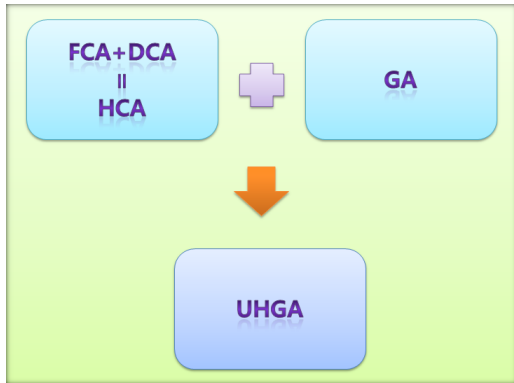


그림 1. UHGA 구조
Fig. 1. Structure of UHGA

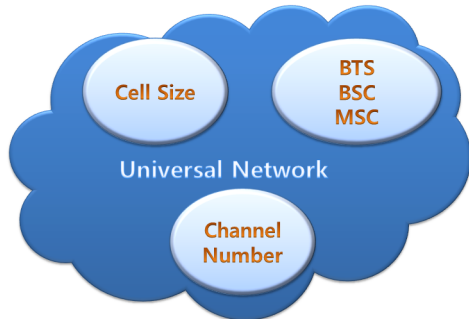


그림 2. UHGA 전체 모델
Fig. 2. Overview Model of UHGA

그림 2에서 보는 것과 같이 본 논문에서 제안하고 있는 UHGA 채널 할당 방식은 어느 망에서든, 어느 지역에서든, 어느 장비에서든 범용적으로 사용이 가능하면서 간섭을 최소로 하는 채널을 효과적으로 할당하는 시스템 모델을 개발하고, 모든 영역에 적용할 수 있는 n가지 유형의 채널 할당 알고리즘을 제안한다.

3. 범용 망 적용이 가능한 무선 채널 할당 방식

3.1 채널 할당 순위 표현 방식

채널 할당 순위는 어떠한 셀의 어떠한 채널부터 할당할 것인가에 대한 순위를 나타내는 것이다. 본 논문에서는 우선 호를 신청한 채널을 우선순위로 채널을 할당하고 채널이 사용 중일 경우에는 여기서 제안한 n가지 유형의 채널 할당 유형 공식에 의해 빈 채널을 탐색하여 채널을 할당한

다. 그림 3은 시스템 모델 예를 기준으로 범용 망에 적용이 가능한 채널 할당을 표현하였다.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134
135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149
150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164
165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194
195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209
210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224

그림 3. 시스템 모델 예
Fig. 3. Example of System Model

3.2 초기 집단 생성 방법

초기 집단은 무작위 초기화법으로 생성하여 난수 $r \in [0,1]$ 을 발생시켜 '0', '1'로 염색체의 비트들을 순차적으로 초기화하는데 총 224번의 반복시행이 수행된다. 본 논문에서는 시스템 모델의 예에서와 같이 3만km의 이격 거리를 두고 채널을 할당하기 위해 크기가 15x15인 격자 모양의 행렬 방식을 사용하여 총 225개의 채널이 있다고 가정하고 총 25개의 셀과 한 셀 안에 9개의 채널을 가지고 있다는 가정하여 초기 집단을 생성하였다. 시스템 기지국 당 채널의 일반식은 언제든지 변경될 수 있으며 최적의 채널 할당을 위해 각 셀 영역에 일반적인 노드를 구할 수 있는 식을 본 논문에서 제안하였다.

3.3 채널 간 평가 함수

본 논문에서 제안한 모델의 예에서와 같이 요청되어 들어오는 호의 채널 할당을 표현하는 염색체를 먼저 평가하기 위해서 어느 기지국의 어느 채널 위치에 있는지를 탐색하는 것이 중요하다. 따라서 자기 자신의 채널을 먼저 탐색하는 평가 함수식을 식(1)과 같이 CHL(Channel Location)로 정의하였다.

$$CHL = \sum_{row=0}^{r_1} \sum_{BS_{num}=0}^{r_2} \sum_{col=0}^{r_3} (row \times r_1 + BS_{num} \times r_2 + r_3)$$

..... 식(1)

row : 생성 모델의 전체 행의 수
 BS_{num} : 한 그룹의 기지국 수
 col : 하나의 기지국 안의 열의 수

그림 3의 시스템 모델의 예에 식 (1)을 적용해 보면 다음과 같다.

- 총 셀(기지국)의 수 : 25개
- 총 채널의 수 : 225개
- 셀(기지국) 하나의 채널 수 : 9개
- 셀과 셀 또는 채널과 채널 사이의 간섭을 고려한 채널 간격 : 3

$$CHL = \sum_{row=0}^{14} \sum_{BS_{num}=0}^4 \sum_{col=0}^2 (15row + 3BS_{num} + col)$$

3.4 적합도 평가 함수

유전 알고리즘에서 염색체에 대한 평가는 UHGA 채널 할당 방식을 이용하여 도출해낸 식 (1)을 기반으로 간섭을 최소화 하면서 채널을 할당할 수 있는 N가지 유형의 채널 할당을 위한 적합도 평가가 함수식 CHF(Channel Fitness)를 작성하였다.

$$CHF = \sum_{t=0}^{p_1} \sum_{s=0}^{p_2} \sum_{n=0}^{p_3} \sum_{m=0}^{p_4} [식 (1)/45 + col \times n + BS_{rownum} \times s + BS_{colnum} \times t]$$

..... 식 (2)

식 (2)에서 사용된 변수 CHF(Channel Fitness)는 그림 3에서 제안된 시스템 모델 예 안에서 채널을 할당하기 위해 제안된 n가지 유형을 결정짓는 변수를 의미한다.

- *col* : 그림 3에 시스템 모델의 전체 열의 수
 - *BS_{rownum}* : 그림 3에 시스템 모델의 한 그룹의 기지국 수
 - *BS_{colnum}* : 그림 3에 시스템 모델의 하나의 기지국 열의 수
 - *n* : 한 그룹의 row 수
 - *m* : 한 그룹의 col 수
 - *s* : 5개의 row 그룹
 - *t* : 5개의 col 그룹
- 로 정의 할 수 있다.

3.5 N 가지 유형의 채널 할당 알고리즘

본 논문에서는 채널을 할당하는 주체가 기지국, 제어국, 교환국에 상관없이 채널을 할당할 수 있는 범용적인 채널 할당 방식을 제안하고자 한다. 또한 더 나아가 지역에 관계없이 채널을 할당하고 채널의 수도 자유로울 수 있는 형태의 알고리즘을 제안한다. 따라서 모든 기지국, 제어국, 교환국에서 공통으로 제안한 유형들이 동일한 위치, 동일한 속성을 가지도록 구성했다. 이로써 채널 크기, 채널 할당 주체, 기지국 당 채널 수, 지역에 상관없이 채널 할당을 효율적으로 할 수 있는 장점을 가지고 있으므로 기존에 하나의 셀에서만 국한된 채널 할당 방식 보다 좀 더 효율적으로 채널을 할당할 수 있다.

예를 들면 그림 3과 같이 굵은 점으로 표시된 부분은 하나의 기지국을 표현한 것이며 망의 속성상 간섭이 없다는 가정 하에 우선순위를 두어 우선 할당되는 채널이다. 이격 거리를 2차원으로 15*15 행렬로 하는 그리드를 나타내며 우선 할당되는 점을 기준으로 9가지 채널 유형이 공통으로 있게 된다. 이 알고리즘의 경우 채널을 할당

하는 시간이 최소화되고 채널 간 간섭을 최소화할 수 있는 알고리즘이 될 수 있다.

각각의 채널의 경우 다음과 같이 2가지를 가정할 수 있다. 첫 번째는 first channel에 기지국 사용이 유효한 경우(채널이 비어 있을 경우)와 두 번째는 if first channel에 기지국 사용이 유효하지 않은 경우(채널이 사용 중인 경우)에는 기지국에 채널을 효과적으로 찾을 수 있다.

그림 4는 UHGA 채널 할당 방식에 대한 알고리즘을 표현한 것이다.

```

UHAG Channel Assignment Algorithm

if(request_channel_type = Priority_Channel &
   Priority_Channel=Empty)
   allocate Priority_Channel;
else if (channel_type = Neighbor_Channel and
   Neighbor_Channel = Empty)
   {
   if(Priority_Channel = Empty) allocate
   Neighbor_Channel
   else allocate Neighbor_Channel
   }
else
   {
   allocate adjacent channel around Priority_Channel
   }
    
```

그림 4. UHAG 채널 할당 알고리즘
Fig. 4. UHAG Channel Assignment Algorithm

간섭을 최소화하는 할당이 가장 우선순위를 둔 최상위 채널(Priority_Channel)과 그 외 이웃 채널(Neighbor_Channel)로 구분한다면 우선순위 채널로 할당 요청이 오면 즉시 할당을 하고 이웃 채널로 요청이 오면 우선순위가 높은 채널이 비어 있으면 할당을 하고 비어 있는 채널이 없으면 요구된 자신의 채널로 할당한다.

4. 다양한 환경에 적용가능성 실험 분석

시뮬레이션은 그림 3의 시스템 예를 기준으로 교환국에서 여러 개의 기지국으로부터 채널요청이 올 때 기지국당 9개의 채널을 배정하고 225개의 전체 채널을 할당하는 제안된 알고리즘에 따라 수행하였다. 본 시뮬레이션에서는 재사용이나 음영지역의 범위는 고려하지 않고 채널을 할당하는 횟수와 할당시간 측면에서 제안된 알고리즘을 검증하는 차원에서 수행되었다.

기지국 2개를 X, Y로 가정하면 각 기지국에 포함된 채널 군은
 기지국 X={f0, f1, f2, f15, f16, f17, f30, f31,f32}
 기지국 Y={f45, f46, f47, f60, f61, f62, f75, f76, f77}
 로 할당되며 채널 순서에 따라 동일한 유형의 채널을 나타낸다.
 기지국에서 요청하는 채널은 교환국에서 225개 채널 중에서 난수를 발생시켜 요청 채널을 무작위로 선택하였으며 시뮬레이션 할 때는 UHGA 채널 할당 방식과 순차적 채널 할당 방식을 상호 비교 분석하였다.

범용 망에서 임의의 한 기지국에 채널을 할당한 예를

보이고 있다. 채널 번호는 0부터 8까지로 임의로 배정하였다.

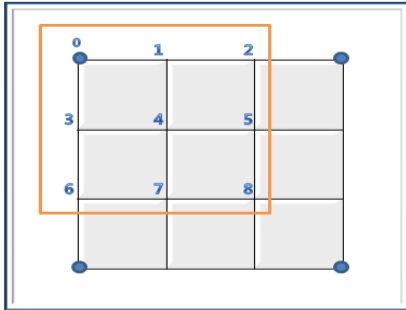


그림 5. 범용 망에서 임의의 한 기지국의 채널 할당 예
Fig. 5. Example of a base station channel assignment in universal network

표 1. 임의의 한 기지국에서 랜덤하게 9개의 채널 추출
Table 1. Randomly extracted 9 channels in a base station

Random channel number	1	2	6	0	3	6	7	1	0
UHGA channel assignment	2	3	3	1	2	3	4	2	1
Sequential channel assignment	2	3	7	1	4	7	8	2	1

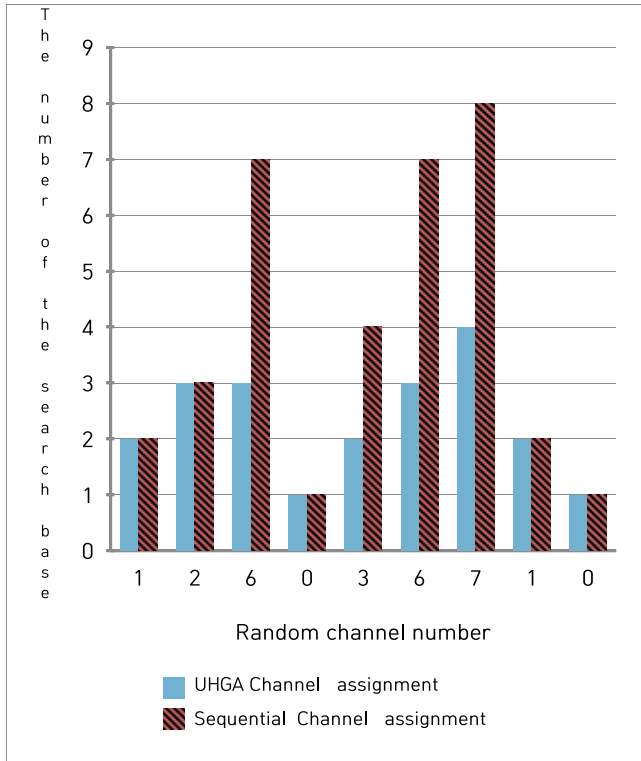


그림 6. 9개 채널에 따른 채널 할당 방식의 기지국 탐색 횟수 비교
Fig. 6. Comparison of search frequency for base station by channel assignment method with nine channels

두 방식을 비교 분석한 결과 표1과 그림 6에서는 6번 채널의 경우 UHGA 채널 할당 방식은 3회, 순차적 채널 할당 방식은 7회에 걸쳐 채널을 할당 할 수 있음을 보여 준다. 그림 6에서 9개의 채널을 추출하여 분석한 UHGA 채널 할당 방식과 순차적 채널 방식의 평균 기지국 탐색 횟수는 2.33회와 3.89회로 UHGA 채널 할당 방식이 순차적 채널 할당 방식 보다 탐색 횟수가 줄어들어 개선된 것을 알 수 있다.

4.1 셀 영역이 넓은 환경에 따른 시뮬레이션 분석

평가 함수식인 식 (1)에서 각각의 r_1, r_2, r_3 값에 따라 환경이 달라지므로 그림 7과 같이 $r_1=14, r_2=2, r_3=5$ 로 셀 영역이 넓어졌을 때의 환경을 순차적 채널 할당 방식과 UHGA 채널 할당 방식을 시뮬레이션을 수행하여 그 값을 비교 분석하여 시스템 모델을 평가해 본다.

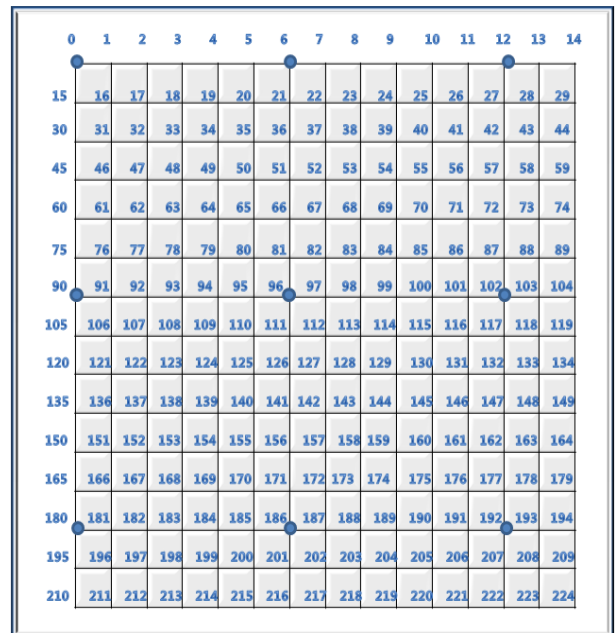


그림 7. $r_1=14, r_2=2, r_3=5$ 로 셀 영역이 넓은 경우의 시스템 모델 예

Fig. 7. System model example of broad cell region in $r_1=14, r_2=2, r_3=5$

그림 7의 시스템 모델의 예에서와 같이 다음을 가정할 수 있다. 전체 기지국의 수는 9개, 하나의 기지국 당 채널의 수는 25개, 각 기지국과 기지국 사이의 채널 간격은 6이다. 전체 채널의 수가 225개인 경우에 대한 기지국 탐색 횟수를 시뮬레이션을 수행하여 UHGA 채널 할당 방식과 순차적 채널 할당 방식을 비교 분석 한다.

식 (1)의 변수 값이 $r_1=14, r_2=2, r_3=5$ 의 변수 값으로 변경되어 적용하여서 식 (3)을 얻을 수 있다.

$$CHL = \sum_{row=0}^{14} \sum_{BSnum=0}^3 \sum_{col=0}^6 (15 \times r_1 + 6 \times r_2 + r_3) \dots \dots \dots \text{식 (3)}$$

식 (3) 값은 셀의 영역이 넓어지고 채널의 수가 늘어났을 경우를 잘 표현하고 있다.

표 2. 0부터 224까지의 채널 중 랜덤하게 10개의 채널 추출
Table 2. Channels of 0 to 224 times to random 10 channel extraction

Random channel number	66	49	16	4	1	62	31	20	15	11
UHGA channel assignment	10	8	3	5	2	7	4	7	2	5
Sequential channel assignment	30	23	8	5	2	27	14	12	7	6

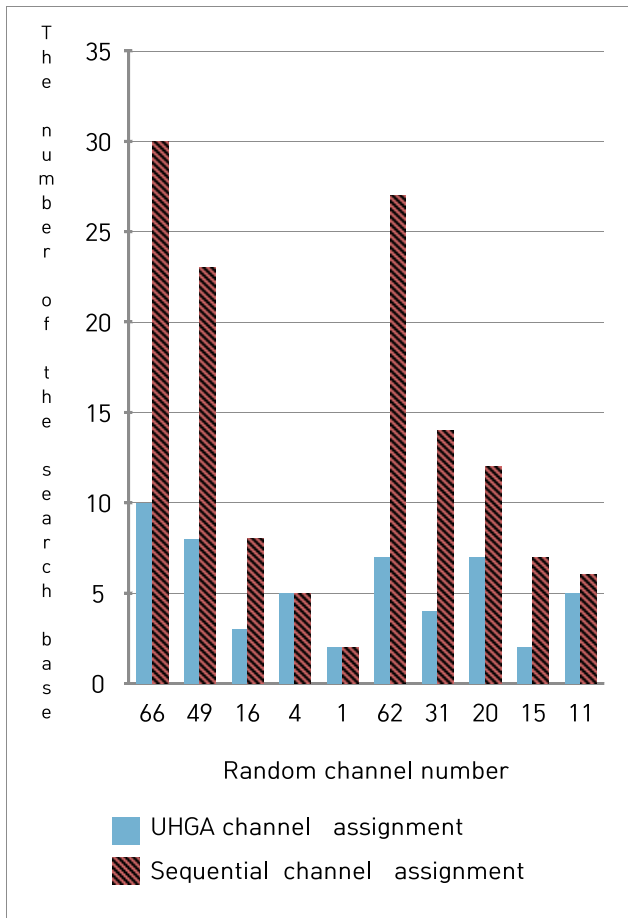


그림 8. 0부터 224까지의 채널 중 랜덤하게 10개의 채널을 추출하여 두 채널 할당 방식 비교 분석
Fig. 8. Comparison of two channel assignment randomly extracting 10 channel from 0 to 224 times

표 2와 그림 8은 셀의 영역이 넓어지고 기지국의 수가 적을 경우에 0부터 224까지의 채널 중 랜덤하게 10개의 채널을 추출하여 기지국 탐색 횟수를 UHGA 채널 할당 방식과 순차적 채널 할당 방식을 비교 분석한 결과 62번 채널의 경우 UHGA 채널 할당 방식은 7회, 순차적 채널

할당 방식은 27회 걸쳐 기지국을 탐색하여 채널을 할당할 수 있었다.

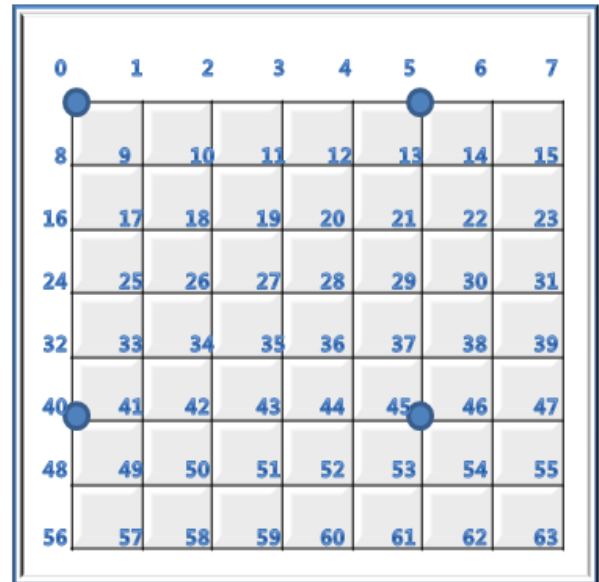


그림 9. $r_1=7, r_2=2, r_3=3$ 의 셀 영역일 경우 시스템 모델 예
Fig. 9. Example of system model in case $r_1=7, r_2=2, r_3=3$ cell region

그림 9의 시스템 모델 예의 경우에는 전체 기지국의 수는 4개, 하나의 기지국 당 채널의 수는 25개, 각 기지국과 기지국 사이의 채널 간격은 6이며 전체 채널의 수는 63개인 경우에 대한 시뮬레이션을 수행하여 UHGA 채널 할당 방식과 순차적 채널 할당 방식에 대한 기지국 탐색 횟수를 비교 분석해 본다. $r_1=7, r_2=2, r_3=3$ 인 셀 영역에 대하여 다음과 같이 적용할 수 있다. 다음의 식 (4)는 식(1)을 기반으로 변경된 변수 값을 적용하여 그림 9의 시스템 모델 예에서 채널의 위치를 구하는 식이다.

$$CHL = \sum_{row=0}^7 \sum_{BSnum=0}^2 \sum_{col=0}^5 (8 \times r_1 + 6 \times r_2 + r_3) \dots \dots \dots \text{식 (4)}$$

표 3. 0부터 63까지의 채널 중 랜덤하게 10개의 채널 추출

Table 3. Channels of 0 to 63 times to random 10 channel extraction

Random channel number	8	20	3	35	18	11	32	28	35	16
UHGA channel assignment	2	7	4	8	5	5	5	8	8	3
Sequential channel assignment	7	15	4	24	13	9	21	20	24	11

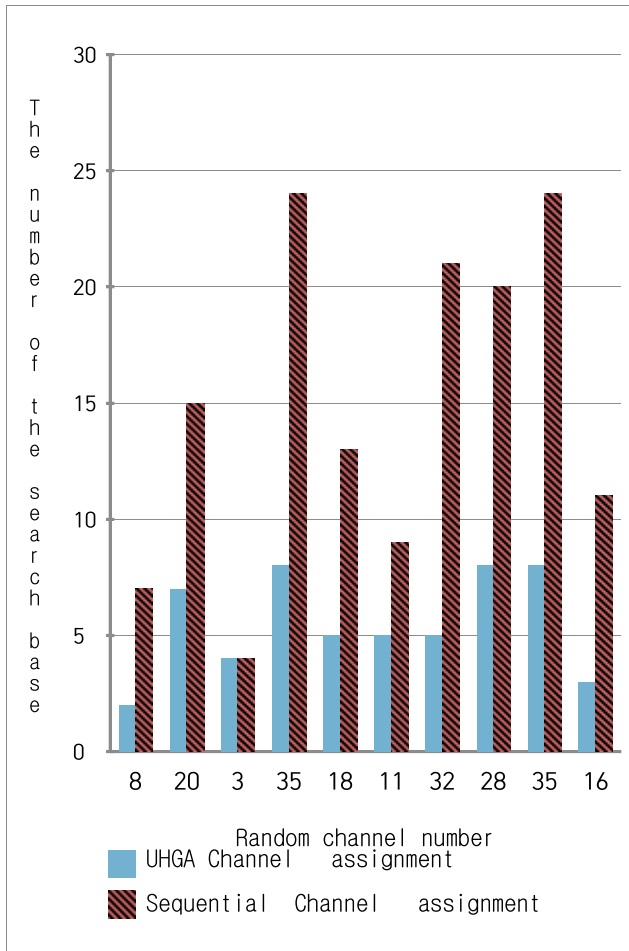


그림 10. 0부터 63까지의 채널 중 랜덤하게 10개의 채널을 추출하여 두 채널 할당 방식 비교 분석

Fig. 10. Comparison of two channel assignment randomly extracting 10 channel from 0 to 63 times

표 3과 그림 10에서는 0부터 63까지의 채널 중 랜덤하게 10개의 채널을 추출하여 시뮬레이션을 수행하였다. 기지국 탐색 횟수를 UHGA 채널 할당 방식과 순차적 채널 할당 방식을 비교 분석한 결과 채널 8번과 28번의 경우 각각 UHGA 채널 할당 방식은 2회, 8회, 순차적 채널 할당 방식은 7회, 20회에 걸쳐 기지국을 탐색할 수 있었다. 따라서 기지국은 적고 채널의 수가 많은 경우에 제안한 UHGA 채널 할당 방식을 적용해서 시뮬레이션을 한 결과 기존의 순차적 채널 할당 방식 보다 시간을 단축하여 채널을 할당할 수 있음을 보였다.

5. 결론

본 논문에서는 최적의 채널을 할당하기 위해 적용되고 있는 채널 할당 방식 중 현재 통신 사업자들이 통계치에 의해 미리 설정된 방식을 적용한 고정 채널 할당 방식과 실시간 멀티미디어 데이터 통신을 할 경우 적용하기에 좋은 동적 채널 할당 방식들의 장점을 모아 이들 채널 방식을 혼합한 하이브리드 채널 할당 방식을 사용하였

다. 또한 현재 통신 사업자들이 통계치에 의해 채널을 할당하는데 비해 여기서는 휴리스틱한 방식 중 하나인 유전 알고리즘을 사용하여 채널을 할당함으로써 좀 더 정확하고 효율적으로 채널을 할당할 수 있다.

본 논문에서 제안하는 UHGA 채널 할당 방식의 특징은 효율적인 채널 할당 순위 표현 방법을 사용하여, 불필요한 계산과 탐색공간을 줄이고 초기에는 평가 함수의 변수 값의 변화에 따라 다양성을 추구할 수 있었으며 평가 함수에서 채널 할당 문제의 특성에 맞게 재생산과 돌연변이를 발생시켜 수렴성을 강조하였다. 또한 돌연변이로 인해 다음 채널을 할당할 수 있었다. 따라서 채널 할당 방식에 유전 알고리즘을 이용하여 범용 망에 적용할 수 있는 무선 채널 할당 방식인 UHGA 채널 할당 방식을 개발하여 지역적인 특성, 농촌 지역이나 도심 지역에서도 간단히 적용할 수 있고, 기지국, 제어국, 교환국에 관계없이 특정 변수 값의 변화로 채널을 할당할 수 있음을 실험을 통해 검증하였다. 그리고 본 연구에서는 기존의 순차적 채널 할당 방식과 제안한 UHGA 채널 할당 방식의 유형에 따라 채널 할당 방식을 달리하는 공식과 알고리즘을 이용하여 효율적이고 개선된 채널 할당 방식을 제시하였다.

본 논문에서는 할당시 음영지역을 반영하지 못하였으나 시스템 구조 환경에 따라 종속된 알고리즘이 아니라 다방면에 범용적으로 적용하여 사용이 가능한 알고리즘을 제안하였다. 또한 시뮬레이션시 기존 순차적 채널 할당 방식을 이용하여 기지국을 검색하였을 경우에는 평균적으로 약 5.07회, 본 논문에서 제안한 UHGA 채널 할당 방식을 이용하여 기지국을 검색하였을 경우에는 약 3.05회 걸쳐 기지국을 탐색할 수 있으므로 기지국 검색 횟수와 채널을 할당하는 시간을 단축할 수 있음을 보였다.

References

- [1] Raymond, P. A., "Performance Analysis of Cellular Networks," *IEEE Transactions on Communication*, Vol. 39, No. 12, pp. 1787-1793, 1991.
- [2] Yener, A. and Rose, C., "Genetic Algorithms Applied to Cellular Call Admission: Local Policies," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 46, No. 1, pp 72-79, 1997.
- [3] S. J. Heo, D. C. Son, and C. S. Kim, "Channel Allocation Using Mobile Station Network in Reproduction Stage," *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 22, No. 5, pp. 577-582, 2012.
- [4] S. J. Heo, D. C. Son, and C. S. Kim, "Universal and Can be Applied Wireless Channel Assignment Algorithm," *Journal of Digital Policy and Management*, Vol. 10, No. 9, pp. 375-381, 2012.
- [5] S. J. Heo, *A Study on the Wireless Channel Assignment using the Genetic Algorithm Applicable to a Universal Network*, Ph.D. Thesis, Kongju National University, 2013.
- [6] S. J. Heo, D. C. Son, and Chang Suk Kim, "Channel Allocation Using Mobile Station Network in Reproduction Stage," *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*,

Vol. 22, No. 5, pp. 577-582, Kongju National University, 2012.

- [7] S. H. Lee and H. S. Park, "Design of Multi-layer Channel Allocatioun Cellular Network Using Genetic Algorithm," *Journal of Computer Education*, Vol. 10, No. 6, pp. 19-27, 2007.
- [8] Chakraborty, G. and B. Chakraborty(1999), A Genetic Algorithm Approach to Solve Channel Assignment Problem in Cellular Radio Networks, *IEEE Midnight-Sun Workshop on Soft Computing methods in Inustrial Applications*, pp.34-39.

저 자 소 개



허서정(Seo Jung Heo)

1999년 : 목원대 정보통신공학과 학사
 2004년 : 공주대 컴퓨터과학과 석사
 2013년 : 공주대학교 컴퓨터교육학과 박사

관심분야 : 지능정보시스템, 정보통신, 데이터베이스
 Phone : +82-41-850-8822
 E-Mail : bobe04@kongju.ac.kr



손동철(Dong Cheol Son)

1983년 : 경북대 전자공학과 학사
 1985년 : 경북대 전자공학과 석사
 2001년 : 충북대 정보통신공학과 박사
 1985년 ~ 1998년 : ETRI 선임연구원
 2002년 ~ 현재 백석대학교 정보통신공학과 교수

관심분야 : 정보통신, 지능시스템, OS
 Phone : +82-41-550-2536
 E-Mail : dcson@bu.ac.kr



김창석(Chang Suk Kim)

1983년 : 경북대 전자공학과 학사
 1990년 : 경북대 전자공학과 석사
 1994년 : 경북대 컴퓨터공학과 박사
 1983년 ~ 1994년 : ETRI 선임연구원
 2000년 ~ 2001년 : UC. San Diego 박사후연수
 1998년 ~ 현재 공주대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야 : 지능정보시스템, 데이터베이스
 Phone : +82-41-850-8822
 E-Mail : csk@kongju.ac.kr