

제약 구역을 고려한 동적계획법 기반 최적 중계소 배치 기법

이 현 수*, 김 영 구*, 하 재 경*, 박 수 현°, 김 중 헌**

Optimal Relay Station Placement with Dynamic Programming under Restrict Area Consideration

Hyunsoo Lee*, Yeonggoo Kim*, Jaekyoung Ha*, Soohyun Park°, Joongheon Kim**

요 약

현대 무선 통신 네트워크의 기본 요구 사항으로 높은 연결성과 넓은 네트워크 커버리지를 보장하기 위한 효율적인 중계소 배치 방식이 요구된다. 이에 본 논문은 모든 중계소 간의 연결을 완벽히 보장하기 위한 방법을 제안한다. 동적계획법을 이용하여 추가적인 중계소 배치를 통해 모든 중계소가 연결되도록 하는 새로운 방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안된 알고리즘은 그리드 환경에서 작동하며 환경 내에는 임의로 중계소가 배치될 수 없는 셀이 형성된다. 기존에 배치된 중계소의 연결관계에 따라 그룹을 설정하고 추가로 배치하는 중계소의 수를 최소화하면서 모든 그룹이 연결되도록 추가 중계소를 배치한다. 시뮬레이션을 통한 중계소 배치의 시각화로 결과를 확인하여 모든 중계소의 연결을 확인할 수 있다.

키워드 : 동적계획법, 중계소 배치

Key Words : Dynamic programming, Relay station placement

ABSTRACT

An efficient relay station placement strategy is needed to meet the fundamental requirements of modern wireless communication networks for high connectivity and broad network coverage. This paper introduces a method to ensure complete connectivity by interlinking all existing relay stations. A novel approach is proposed, using dynamic programming, to ensure the connection of all relay stations through additional relay station placements. The proposed algorithm operates in a grid environment where cells incapable of random relay station placement is formed. Groups are established according to the connection relationship of previously deployed relay stations, and additional relay stations are arranged so that all groups are connected while minimizing the number of additional relay stations. The results are confirmed through the visualization of relay station placement via simulation, verifying the connectivity of all relay stations.

* 본 연구는 한국연구재단 기초연구실지원사업 (2021R1A4A1030775)의 연구비 지원 및 ㈜솔빗시스템의 연구비 지원(최적 중계소 위치 선정 알고리즘 연구)을 받아 수행된 연구임. 본 논문의 교신저자는 박수현임.

• First Author : Korea University Department of Electrical and Computer Engineering, hyunsoo@korea.ac.kr, 학생회원

° Corresponding Author : Korea University Department of Electrical and Computer Engineering, soohyun828@korea.ac.kr, 정회원

* Solvit System, solvit@solvitsystem.co.kr; jkha@solvitsystem.co.kr

** Korea University School of Electrical Engineering, joongheon@korea.ac.kr, 종신회원

논문번호 : 202305-110-B-RE, Received May 30, 2023; Revised July 15, 2023; Accepted July 31, 2023

I. 서 론

무선 통신 네트워크는 현대 사회에서 다양한 장치와 응용 분야에 필수적인 요소로 원활한 데이터 연결과 전송을 보장한다. 네트워크의 확장 및 고품질 통신 서비스 수요 증가에 따라, 사업자들은 커버리지를 고려하여 음영 지역이 발생하지 않도록 네트워크 성능 최적화에 주력해야 한다. 특히, 6G 시대의 도래로 인해 일부 지역에서는 기존 셀룰러 망에 6G 기지국을 추가 배치하는 것이 더 효율적이고 성능을 높일 수 있을 것으로 예상된다.

이러한 목표를 달성하기 위한 핵심 요소 중 하나는 네트워크 인프라의 백본 역할을 하는 중계소를 효과적으로 배치하는 것이다. 중계소는 네트워크 커버리지 용량을 제공하고 장치 간 안정적인 통신을 유지하는 핵심 역할을 한다. 따라서 중계소 배치 및 구성은 서비스 품질, 신호 강도, 네트워크 용량에 직접적인 영향을 미치며, 이를 최적화하는 것은 전체 배치 비용을 줄이는 제약 하에서 네트워크 성능을 최대화하는데 필수적이다. 특히 6G 네트워크는 초고주파를 사용해 커버리지가 5G에 비해 작아, 기존 기지국 배치보다 더 촘촘한 배치가 필요하다^[1].

오랫동안 적합한 위치에 중계소를 배치하는 문제를 해결하기 위해 간단한 휴리스틱 방법부터 정교한 최적화 프레임워크에 이르기까지 다양한 기술 및 알고리즘이 제안되었다. Tabu Search라는 휴리스틱 방법을 활용하여 인구 밀집 지역에 더 높은 통신 용량을 제공하는 셀 배치 연구가 수행되었다^[2]. 연속적인 배치 시나리오를 통해 인구가 밀집한 지역과 그렇지 않은 지역 중 밀집한 지역에 우선 순위를 두어 통신 불능률을 낮추고 채널 용량에 따라 효율적으로 배치하였다. 또한 유선망이 일부 배치된 시나리오에서 스몰 셀과 기존의 백홀을 비용 측면에서 효율적으로 계획하는 연구가 진행되었다^[3]. 스몰 셀의 커버리지 반경을 다르게 하면서 백홀의 사용량을 고려하여 배치 비용을 최소화하였다. 그러나 두 연구 결과 모두 기존에 중계소가 배치되어 있는 시나리오에서 추가로 중계소를 배치하는 문제는 고려하지 않았다.

동적계획법은 통신, 교통, 경제 등 다양한 분야에서 복잡한 문제를 성공적으로 최적화하는 방법으로 널리 활용되고 있다^[4]. 동적계획법의 핵심 개념은 큰 문제를 보다 작고 관리하기 쉬운 하위 문제로 분해하고, 이러한 하위 문제들을 재귀적으로 해결하여 복잡한 문제에 대한 최적 솔루션을 찾는 것이다^[5]. 동적계획법은 중복되는 문제를 효율적으로 처리하여 계산 복잡도를 감소시킬 수 있다는 이점이 있다. 한 번 계산한 하위 문제의

결과를 저장하고 재활용하는 기법을 통해 동일한 하위 문제에 대한 계산을 반복하지 않고도 해답을 얻을 수 있다. 이를 통해 동적계획법은 최단 경로 문제, 배낭 문제, 스케줄링 문제 등 다양한 최적화 문제를 푸는 데 적용되었다.

다중 사용자와 다중 홉이 있는 릴레이 네트워크에서 최적의 라우팅 경로를 찾기 위해 동적계획법이 적용되었다^[6]. 다중 사용자 간 동시 라우팅을 수행하는 경우 사용자 간의 종속성 때문에 연산 복잡도가 매우 커지는 데 이때 사용자 간의 릴레이 네트워크를 격자 다이어그램으로 매핑하여 최소 분기 가중치를 최대화하는 접근법을 적용하고 연산 복잡도를 낮추기 위해 동적계획법을 활용하였다. 또한 위성 네트워크를 지원하기 위한 지상 중계국의 설치 비용을 최소화하기 위한 최적화 문제를 풀기 위해 동적계획법을 적용한 근사 알고리즘을 적용하였다^[7].

이러한 동적계획법의 특징과 장점을 바탕으로 본 논문에서는 동적계획법 기반의 최적의 중계소 배치 문제를 탐구한다. 기존의 중계소 배치를 그룹화하여 중계소 간 연결 상태를 확인하고 아직 연결되지 않은 중계소들을 연결하기 위해 한 번에 여러 그룹을 동시에 연결할 수 있는 중계소를 추가 배치한다. 만약 한 번에 최대 두 개 이상의 중계소를 배치하여야만 두 그룹을 연결할 수 있는 경우에는, 그룹 간 최소 거리와 중계소의 커버리지를 고려하여 최소한의 중계소 배치를 통해 두 그룹을 잇는 접근 방식을 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. II장에서 시스템 모델을 정의하고 III장에서 제안하는 최적 중계소 배치 알고리즘을 소개한다. IV장에서는 모의 실험으로 결과를 분석하고 V장에서 결론을 맺는다.

II. 시스템 모델

본 장에서는 그림 1과 같이 최적 중계소 배치 문제를 다루기 위한 시스템 모델에 대해 설명한다. 중계소 배치 환경은 2차원 그리드로 표현되며, 그리드의 각 셀은 일정한 영역을 나타낸다. 이 그리드 맵은 셀 $M(i, j)$ 구성된 $m \times n$ 행렬 M 으로 나타낼 수 있다.

$$M = [M(i, j)] \quad (1)$$

이 때, $i = 0, 1, \dots, m-1$ 이고, $j = 0, 1, \dots, n-1$ 이다. 각 셀 $M(i, j)$ 의 상태는 비어 있거나 ($M(i, j) = 0$), 중계소가 배치될 수 없는 제약 구역 ($M(i, j) = 1$)로 나타낼 수 있다. 제약 구역은 실제 환경에서 지형, 장애물 등으로

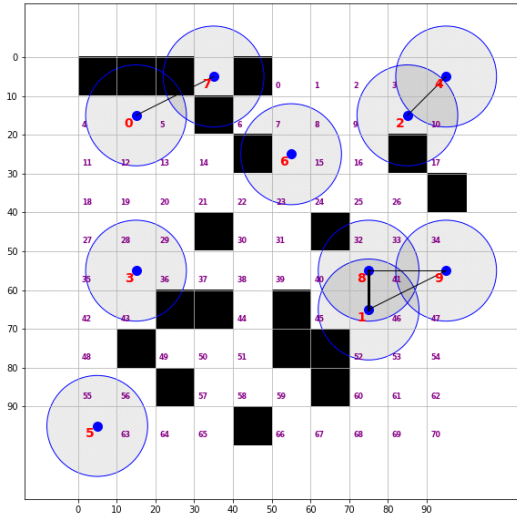


그림 1. 최적 중계소 배치를 위한 그리드 모델
 Fig. 1. Grid model to design the optimal relay station placement problem

인해 중계소를 배치할 수 없는 경우를 모델링한 것이다. 그림 1에서, 제약 구역은 검은 영역으로 나타나 있다. 한편 기존에 배치된 중계소는 그리드에 나타나는 좌표에 따라 $r(i, j) \in R$ 로 표시한다. 최적 중계소 배치 문제의 목적은 연결된 중계소의 모든 기존 중계소가 직접, 혹은 간접적으로 연결되도록 최소 개수의 추가 중계소를 배치하는 것이다. 또한 각 셀 번호는 중계소가 배치되어 있는 장소와 제약 구역을 제외한 $M(i, j) = 0$ 인 곳에만 부여된다. 만약 특정 위치에 중계소가 새로 배치되는 경우에는 해당 셀에도 셀 번호가 지워지게 된다.

III. 동적계획법을 적용한 최적 중계소 배치 알고리즘

본 장에서는 최적 중계소 배치 문제를 해결하기 위해 적용한 알고리즘에 대해 다룬다. 기 배치된 중계소의 연결 관계를 분석하고, 이미 연결된 중계소들을 각각 그룹으로 만들어 각 그룹을 연결하는 문제로 단순화하고자 한다.

본 알고리즘은 배치된 중계소의 연결성에 따라 그룹을 정의하고 동적계획법을 기반으로 주변에 가장 많은 그룹을 연결할 수 있는 셀부터 차례로 중계소를 배치한다. 3.1절에서 그룹을 정의하는 방법을, 3.2절에서 동적계획법 기반 근거리 그룹 연결 방법을 다루며, 3.3절에서 그룹 간 최단 거리 기반 원거리 그룹 연결 방법에 대해 논한다.

3.1 그룹 정의

두 중계소의 중심 거리가 중계소의 커버리지 직경 $2r$ 보다 작거나 같으면 직접 연결된 것으로 간주한다. 이를 다음의 (2)처럼 나타낼 수 있다.

$$D(r(i, j), r(i', j')) = 1, \text{ if } (i - i')^2 + (j - j')^2 \leq 2r$$

$$D(r(i, j), r(i', j')) = 0, \text{ otherwise}$$
(2)

본 식에서 k 를 그룹 인덱스로, 이미 연결된 중계소의 그룹을 G_k 로 나타내면 다음의 (3)과 같이 표현된다.

$$G_k = \{r(i, j) \in R | (i, j) \text{ is connected to any } (i', j') \in R_k, k = 1, 2, \dots, K\}$$
(3)

또한 직접 연결되어 있지 않더라도 자신과 직접 연결된 중계소와 직접적으로 연결된 또다른 중계소가 있다면 그 중계소와도 같은 그룹으로 묶는다. 두 중계소 $r(i, j)$ 와 $r(i', j')$ 이 동일한 그룹에 속하는지 확인하는 방법을 (4)와 같이 표현할 수 있다.

$$G(r(i, j), r(i', j')) = 1, \text{ if } \exists r(i'', j'') \in R \text{ such that } D(r(i, j), r(i'', j'')) = 1 \text{ and } D(r(i', j'), r(i'', j'')) = 1$$

$$G(r(i, j), r(i', j')) = 0, \text{ otherwise}$$
(4)

3.2 동적계획법 기반 최적 중계소 배치

중계소를 배치할 때 가장 많은 그룹을 동시에 연결하는 중계소를 먼저 배치하는 방식을 사용한다. 가령 한 중계소를 배치하여 세 개의 그룹을 한 번에 연결할 수 있다면, 최적의 중계소 배치라고 말할 수 있을 것이다. 그림 1에는 0번부터 9번까지, 총 10개의 중계소가 배치되어 있다. n 번 중계소와 $n+1$ 번 중계소가 한 그룹이라는 것을 $\{n, n+1\}$ 로 표현하자. 이 때 그림 1의 경우 $\{1, 8, 9\}$ 그룹과 $\{2, 4\}$ 그룹, $\{6\}$ 그룹의 세 그룹을 동시에 이룰 수 있는 25번 셀에 배치하는 것을 최적이라 할 수 있다. 그 다음으로는 한 개의 중계소를 배치하여 다른 그룹과 연결할 수 있는 셀에 순차적으로 중계소가 배치된다. 이와 같이 동적 계획법을 이용해 배치되는 중계소는 새로 배치하는 중계소의 커버리지 내에 가능한 많은 그룹을 포함시키는 것을 목표로 한다.

동적 계획법을 통해 상태 $dp[i][j]$ 를 셀 $M(i, j)$ 에 배치하여 연결할 수 있는 최대 그룹 수로 정의하자. 또한, $F(i, j)$ 를 셀 (i, j) 에 의해 연결된 총 그룹 수로 정의하자.

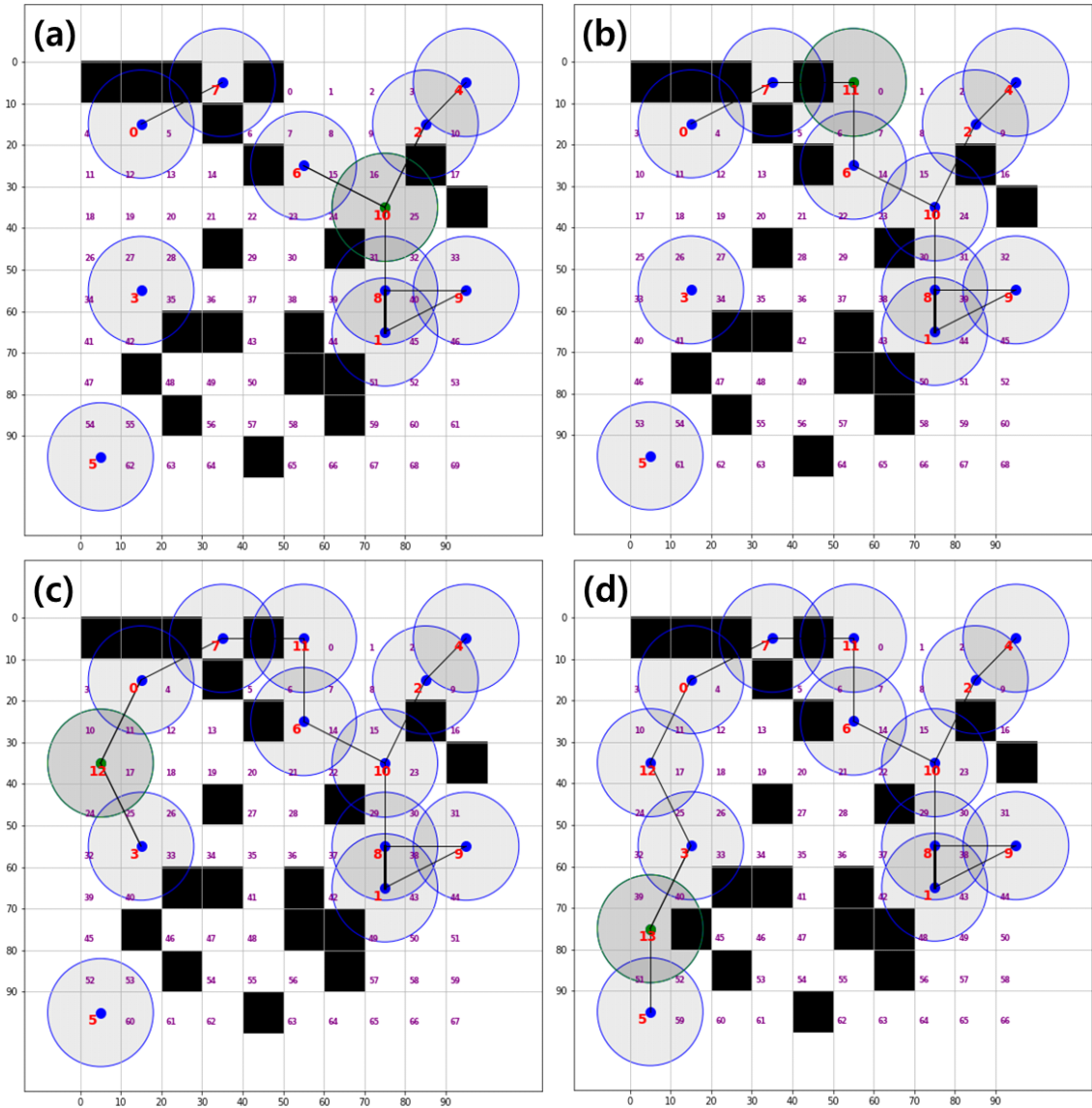


그림 2. 동적계획법을 이용한 최적 중계소 배치 결과
 Fig. 2. Optimal relay station placement result with dynamic programming

모든 셀 $M(i, j)$ 에 대해 $F(i, j)$ 를 계산하고, 값 $dp[i][j]$ 를 식 (5)와 같이 업데이트한다.

$$dp[i][j] = \max(dp[i][j], F(i, j)) \quad (5)$$

최종적으로, 다음 중계소는 $dp[i][j]$ 를 최대화하는 셀에 배치된다. 동적계획법을 통해 셀에 중계소를 배치한 다음에 그리드 전체에 그룹이 몇 개 있는지를 재확인한다. 이 과정에서 어떤 그룹 내의 중계소의 수가 기존에 배치되어 있던 중계소의 수와 추가로 배치한 중계소의

수를 합한 것과 같다면 단 한 개의 그룹만이 존재하여 모든 중계소가 연결된 것이기 때문에 알고리즘을 종료한다. 그렇지 않다면 즉 그룹의 개수가 두 개 이상이라면 이들을 연결하기 위해 추가로 중계소를 배치하여야 한다.

3.3 그룹간 최단 거리 기반 원거리 그룹 연결

제3.2절을 통해 한 중계소를 배치하여 여러 그룹을 있는 것을 해결하였기 때문에 남은 그룹을 연결하기 위해서는 적어도 두 개 이상의 중계소를 배치해야 한다.

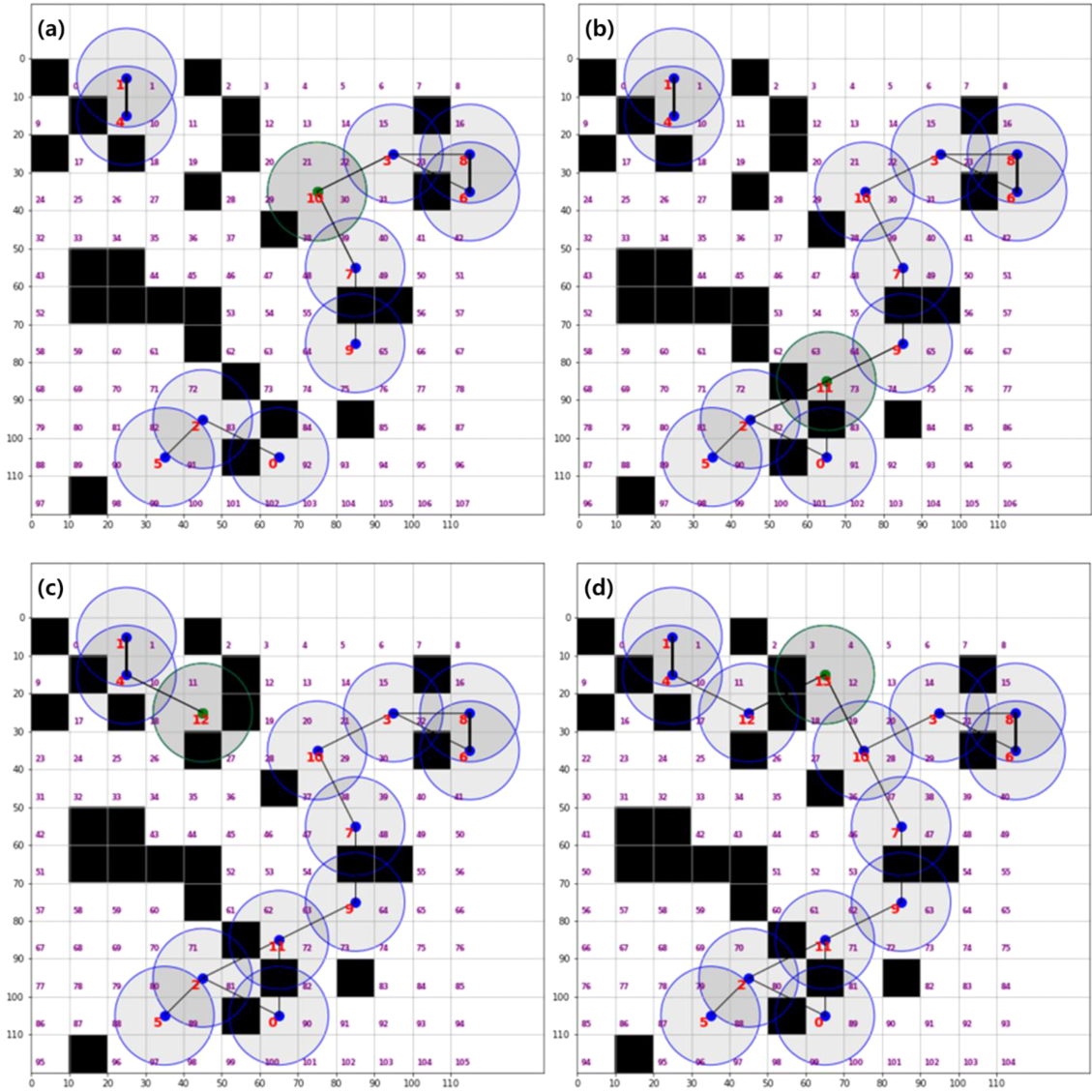


그림 3. 동적계획법과 그룹간 최단 거리를 이용한 최적 중계소 배치
 Fig. 3. Optimal relay station placement with dynamic programming and shortest-path between groups

아직 연결되지 않은 군소 그룹의 중계소들 중 가장 많은 중계소를 가지는 그룹(이를 주 그룹이라 칭한다)과 가장 가까운 중계소 쌍 $(r(i, j), r(i', j'))$ 을 찾는다. 그리고 두 중계소 사이의 거리 $\text{dist}(r(i, j), r(i', j'))$ 를 구하고 이 거리를 중계소의 지름 $2r$ 로 나누어 사이에 몇 개의 중계소를 배치해야 할지 계산한다. 계산된 수만큼의 중계소를 배치하되 적어도 한 중계소는 주 그룹과 군소 그룹에 각각 연결되어야 한다. 또한 새로 배치되는 중계소들은 하나의 그룹을 형성하여야 한다. 모든 그룹이 연결될 때까지 이 과정을 반복하는 것을 통해, 최소

한의 중계소를 추가로 배치하여 그룹 간 연결을 할 수 있다.

IV. 시뮬레이션 및 분석

본 장에서는 제II장에서 언급한 시뮬레이션 환경에서 중계소를 배치한 결과에 대해 다룬다. 제3.2절에서 논한 동적계획법이 적용된 최적 중계소 배치 결과를 그림 2에 나타내었다. 환경은 가로 10개, 세로 10개의 셀로 구성하였고 기존 중계소 및 제약 구역은 임의의 셀에

생성하였다. 중계소의 반지름은 13으로 설정하였다. 기존 중계소는 파란색 테두리로 0번부터 9번까지 총 10개를 배치하고 새로 배치된 중계소는 기존 중계소와 구분하기 위해 초록색 테두리로 표시하였다. 셀 번호는 새로 중계소가 배치될 수 있는 셀에만 부여되며 새로 배치된 셀에도 다른 중계소가 새로 배치될 수 없기 때문에 중계소가 배치된 셀은 번호가 표시되지 않는다. 그림 2는 그림 1과 같은 중계소 배치 상황에서 추가로 중계소를 차례로 배치한 것을 나타낸다. 그림 2-(a)에서, {1, 8, 9} 그룹과 {2, 4} 그룹, {6} 그룹을 동시에 이룰 수 있는 좌표 (75, 35)에 10번 중계소가 배치되어 {1, 2, 4, 6, 8, 9, 10} 그룹이 형성되었다. 남은 그룹들은 한 중계소의 배치로 3개의 그룹을 이룰 수 있는 위치는 존재하지 않고 최대 2개의 그룹을 연결할 수 있다. 그림 2-(b)는 좌표 (55, 5)에 11번 중계소가 배치되어 {0, 7} 그룹과 {1, 2, 4, 6, 8, 9, 10} 그룹이 한 그룹으로 묶인 것을 나타낸다. 그림 2-(c)와 그림 2-(d)에서는 각각 (5, 35), (5, 75)에 각각 12번 중계소와 13번 중계소를 배치하여 남은 {3} 그룹과 {5} 그룹까지 모두 연결되어서 최종적으로 모든 중계소가 연결된 것을 확인할 수 있다.

또한 제3.2절에서 언급한 것과 같이 원거리 그룹을 연결하기 위해 그룹 간 최단 거리를 기반으로 한 최적 중계소 배치 결과를 그림 3에 나타내었다. 보다 원거리의 배치 시나리오를 생성하기 위해 가로 12개, 세로 12개로 직전보다 넓은 그리드 맵을 사용하였다. 그림 3의 배치 상태에서 그림 3-(a)와 그림 3-(b)를 통해 동적 계획법으로 근거리 그룹인 {0, 2, 5}, {3, 6, 8}, {7, 9} 그룹을 연결하였다. {1, 4} 그룹은 하나의 중계소를 배치해서는 연결할 수 없으므로 그림 3-(b) 상태에서는 {0, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11} 그룹과 {1, 4} 그룹

중 가장 가까운 중계소 쌍을 찾는다. 이때 4번 중계소와 10번 중계소가 가장 가까운 중계소 쌍으로 선택되어 그림 3-(c)에서처럼 (45, 25) 위치에 12번 중계소가 새로 배치된다. 마지막으로 그림 3-(d)에서 (65, 15) 위치에 13번 중계소를 배치함으로써 모든 그룹이 연결되는 것을 확인할 수 있다.

제안하는 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 배치된 중계소들 중 하나를 랜덤하게 선택하고, 그 중계소와 인접하게 새 중계소를 배치하는 방법과 제안하는 알고리즘의 성능 비교를 수행하였다. 두 방법을 각각 100회 시뮬레이션한 결과, 랜덤 선택 방법이 평균 43.88개의 중계소를 배치하여야 모든 그룹을 연결하는 반면, 제안하는 중계소 배치 방식은 평균 4.17개의 배치로 모든 그룹을 연결할 수 있음을 그림 4를 통해 보였다.

V. 결론

본 논문에서는 제약 구역을 고려하면서 동적 계획법을 기반으로 최적의 중계소를 배치하는 연구를 수행하였다. 먼저 기존에 배치된 중계소들의 연결 관계에 따라 그룹을 형성하고 동적계획법 기반의 최다 그룹 연결 방법을 통해 근거리 그룹들을 연결한다. 그리고 그룹 간의 최단 거리를 갖는 중계소 쌍을 찾고 그 사이에 몇 개의 중계소를 배치할지 최단 거리를 중계소의 개수로 나누어 결정한 다음 순차적으로 중계소들을 추가 배치하여 남은 원거리 그룹들을 연결한다. 모든 중계소를 연결하면서도 최소한의 개수만큼만 추가로 중계소를 배치하여 비용 측면에서 높은 효율을 보일 수 있다. 본 연구를 통해 기존에 중계소가 배치되어 있으나 연결성을 이유로 중계소를 추가로 배치해야 하는 시나리오에 적용할 수 있다. 군사적인 목적으로는 모든 제대의 통신이 연결되지 않았을 때 최소한의 이동식 중계소를 이용해 모든 제대를 연결하는 시나리오에 본 연구를 적용할 수 있다. 또한 기존의 5G 스몰 셀에 비해 커버리지가 좁은 6G 네트워크 구축을 위한 셀 추가 배치 시나리오에서도 본 연구 결과를 활용할 수 있다.

References

[1] H. Tataria, M. Shafi, A. F. Molisch, M. Dohler, H. Sjöland, and F. Tufvesson, "6G wireless systems: Vision, requirements, challenges, insights, and opportunities," *Proc. of IEEE*, vol. 109, no. 7, pp. 1166-1199, Jul. 2021.

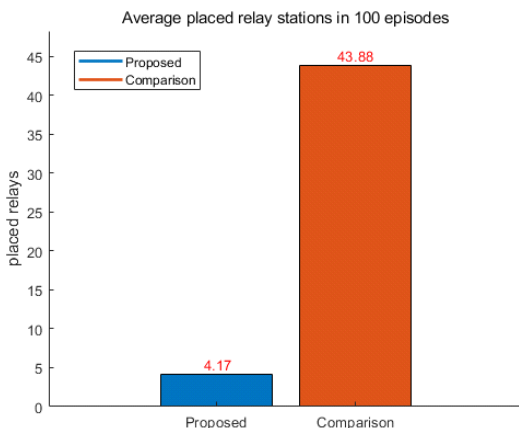
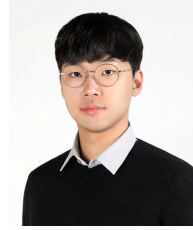


그림 4. 100 episode에서 평균적으로 배치된 중계소 수
Fig. 4. Average placed relays stations in 100 episodes

- (<https://doi.org/10.1109/JPROC.2021.3061701>)
- [2] K. Dhifallah, Y. Gourhant, S.-M. Senouci, and L. Morand, "Small cells placement for crowd networks," in *Proc. IEEE ICC*, pp. 1-6, Kansas City, MO, USA, 2018.
(<https://doi.org/10.1109/ICC.2018.8422515>)
- [3] C. Ranaweera, C. Lim, A. Nirmalathas, C. Jayasundara, and E. Wong, "Cost-optimal placement and backhauling of small-cell networks," *J. Lightw. Technol.*, vol. 33, no. 18, pp. 3850-3857, Sep. 2015.
(<https://doi.org/10.1109/JLT.2015.2443066>)
- [4] R. Bellman, "The theory of dynamic programming," *Bulletin of the American Math. Soc.*, vol. 60, no. 6, pp. 503-516, Nov. 1954.
(<https://doi.org/10.1090/S0002-9904-1954-09848-8>)
- [5] H. Lee, S. Park, and J. Kim, "Grid environment design and grouping for optimal relay station placement," in *Proc. KICS Summer Conf. 2023*, pp. 864-865, Jeju Island, Korea, Jun. 2023.
- [6] S. Dayarathna, R. Senanayake, and J. Evans, "Optimal routing for multi-user multi-hop relay networks via dynamic programming," *IEEE Wireless Commun. Lett.*, vol. 11, no. 8, pp. 1713-1717, Aug. 2022.
(<https://doi.org/10.1109/LWC.2022.3177187>)
- [7] C. N. Efreem and A. D. Panagopoulos, "Minimizing the installation cost of ground stations in satellite networks: Complexity, dynamic programming and approximation algorithm," *IEEE Wireless Commun. Lett.*, vol. 10, no. 2, pp. 378-382, Feb. 2021.
(<https://doi.org/10.1109/LWC.2020.3031717>)

이 현 수 (Hyunsoo Lee)



2021년 2월 : 숭실대학교 전자정보공학부 졸업 (공학사)
2021년 3월~현재 : 고려대학교 전기전자공학과 석박사통합과정
<관심분야> Reinforcement Learning, Electronic Engineering, Communication Engineering

[ORCID:0000-0003-1113-9019]

김 영 구 (Yeonggoo Kim)



1986년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 졸업 (공학사)
1988년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 졸업 (공학석사)
1988년 1월~1994년 7월 : (주)LG 정보통신 선임연구원
1997년 3월~2001년 1월 : (주)LG 텔레콤 책임연구원

2001년 7월~2002년 12월 : (주)시머스 기술이사

2004년 5월~2006년 12월 : (주)바른정보커뮤니티 기술이사

2007년 6월~현재 : (주)솔빛시스템 대표이사

<관심분야> Network Modeling & Simulation, Edge/On Device AI

[ORCID:0009-0000-3706-8859]

하 재 경 (Jaekyoung Ha)



1994년 2월 : 한양대학교 전자통신학과 졸업 (공학사)

1998년 2월 : 한양대학교 전파공학과 졸업 (공학석사)

1994년 2월~2003년 2월 : (주)LG 전자 선임연구원

2003년 2월~2006년 4월 : (주)바른정보커뮤니티 책임연구원

2006년 9월~2007년 10월 : (주)기산텔레콤 책임연구원

2007년 11월~현재 : (주)솔빛시스템 전무

<관심분야> Edge AI SoC & Lightning Neural Network, Reinforcement Learning, Network Modeling & Simulation

[ORCID:0009-0000-3797-7809]

박수현 (Soohyun Park)



2019년 2월 : 중앙대학교 컴퓨터 공학과 졸업 (공학사)
2023년 8월 : 고려대학교 전기전자공학과 졸업 (공학박사)
2023년 9월~현재 : 고려대학교 전기전자공학과 박사후연구원
<관심분야> Deep Learning

Theory, Network/Mobility Applications, Quantum Machine Learning, AI-based Autonomous Control
[ORCID:0000-0002-6556-9746]

김중헌 (Joongheon Kim)



2004년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 졸업 (이학사)
2006년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 석사
2014년 8월 : University of Southern California Computer Science 박사

2016년 3월~2019년 8월 : 중앙대학교 소프트웨어대학 조교수

2019년 9월~현재 : 고려대학교 전기전자공학부 부교수
<관심분야> Stochastic Optimization, Mobility, Reinforcement Learning, Quantum
[ORCID:0000-0003-2126-768X]