### 3.1 초기 위치 설정

건축 평면을 생성하기 위한 건축배치 공간 는 크기의 격자 공간으로, 배치 공간(footprint은 내부 공간을 정의하는 2차원 배열로 표현된다.

평면 배치는 설계 공간 내의 모든 셀을 여러 방에 할당하는 과정으로 정의된다. 격자의 각 셀은 설계 공간의 최소 단위로, 사용자가 정의한 크기를 갖는다. (이 연구에서는 격자의 셀 크기를 1m로 설정하였다.) 각 방의 배치는 설계 공간의 특정 위치에서 시작하여 인접한 셀로 확장된다. 설계 공간 내 특정 위치를 결정하는 방법은 다음과 같다.

**1. 각 방의 시작 위치 결정**: 먼저 설계 공간 에서 공간의 수 만큼 무작위로 최소 단위의 격자 공간을 선택하며, 이를 시드 셀로 정의한다.

시드 셀 집합 는 각 방의 시작 위치를 나타내며, 초기에는 방 번호가 할당되지 않은 상태를 나타내기 위해 특정 값(255)으로 설정된다.

**2. 방번호 할당:**  
각 시드 셀 에는 고유한 방 번호 가 할당되며, 이를 통해 초기 설계 공간 이 구성된다. 이 설계 공간 는 와 같은 크기의 2차원 배열로, 식 (2)로 표현된다.

여기서: - 는 내부 공간을 나타내는 영역이며, 그 안에서 시드 셀 는 방 번호 를 할당받는다. - 값이 0인 셀은 아직 방 번호가 할당되지 않은 셀을 의미한다.  
- 내부 공간이 아닌 셀은 -1로 마스킹 된다.

시드 셀 집합 의 각 요소는 고유한 방 번호를 가지며, 그리드의 나머지 부분은 아직 할당되지 않았다. 각 시드 셀의 위치는 이후 방 배치에서 중요한 역할을 한다. 따라서 시드 셀에 할당되는 방 번호에 따라 방 배치의 결과가 달라진다. 본 연구에서는 사용자 요구사항에 따라 초기 시드 셀에 방을 할당하는 세 가지 방법을 제안한다. 첫째, 방향 최적화 방법은 방의 배치를 특정 방향에 맞추어 시드 셀을 할당하는 방식이다. 둘째, 인접성 최적화 방법은 방 간의 인접성 요구사항을 고려하여 시드 셀을 할당하는 방식이다. 마지막으로, 무작위 할당 방법은 시드 셀을 임의로 할당하는 방식이다.

#### 3.1.1 방향 요구 최적화를 위한 시작 셀 할당

방향 요구 사항은 각 방이 특정 방향으로 배치되어야 한다는 설계상의 요구를 반영한다. 방들의 집합 에서 각 방 ​는 특정 방향 ​ (동,서,남,북) 으로 배치되어야 한다. 방향 요구 사항 O은 방 ​와 방의 배치 방향 의 쌍으로 이루어진 집합이다.

방 의 시드 셀 는 요구된 방향에 유리한 위치에 배정되며, 방향 요구 사항 ​에 따라 경계선에 가까운 위치가 선택된다. 각 셀의 위치는 x, y축에 따라 정렬되어 방향에 따른 스코어 리스트 가 생성된다. 방 는 방향 요구 사항에 따라 스코어 리스트에서 가장 높은 순위에 있는 셀 에 배정된다.

#### 3.1.2 인접성 요구 최적화를 위한 시작 셀 할당

인접성 요구 는 방들 간의 관계를 나타내는 이항 관계로 정의된다. 방 와 인접해야 하는 방 의 인덱스 쌍 의 집합으로 표현된다.

인접성 최적화 전략은 시드 셀 가 미할당 시드셀 중 가장 가까운 거리에 있는 를 선택하여 방 와 방 의 인접을 유도한다.

여기서 는 방 와 방 간의 맨하탄 거리를 나타낸다. 맨해튼 거리는 두 점 간의 직교 좌표 상에서의 이동 거리를 계산하는 방식으로 식 (7)과 같다.

인접성 요구 최적화는 아직 방 번호가 할당되지 않은 셀들 중에서 인접성 요구사항을 가장 잘 충족하는 위치에 방 번호가 할당된다.다만, 이 최적화는 두 시드 셀이 가까울수록 인접할 가능성이 커진다는 가정을 바탕으로 한다. 그러나 확장 과정에서 다른 방들이 배치되면서, 두 방의 생성하지 못할 수 있으며, 결과적으로 통계적으로는 미미한 수준의 인접성 향상만을 보여줄 가능성이 있다

#### 3.1.3 무작위 배치

방향과 인접성 요구 사항이 제시되지 않았거나 이 과정을 생략할 경우 모든 시드 셀은 무작위로 방번호를 할당받는다. 일부 방만 요구 사항이 제시되는 경우, 미할당 은 할당되지 않은 나머지 방 번호에서 무작위로 할당받는다. 이를 통해 모든 시드 셀이 방 번호를 부여받고 초기 시드 셀의 배치가 완료된다.

### **3.2 평면도 생성 과정**

### **3.2.1 평면도 생성 알고리즘 개요**

건축 평면 내부 배치 알고리즘은 각 방의 시드 셀이 할당된 초기 상태의 그리드 와 방의 수 를 입력으로 받아, 각 방의 시드 셀을 경계면을 따라 확장하여 방의 형태를 생성하여 최종 평면도를 반환한다. 최종 목표는 건축 공간에서 선택된 각 방의 시작 위치에서 방 배치를 확장하여, 최종적으로 다음 조건을 만족하는 개념 설계 단계의 평면도를 완성하는 것이다.

1. **모든 방에 최소 공간 할당**: 지정한 개의 모든 방이 하나 이상의 셀을 할당받는다.
2. **방 분할 방지**: 각 방은 하나의 연속적인 공간으로 구성되며, 두 방 이상이 서로 겹치거나, 하나의 방이 두 개 이상의 연결되지 않은 공간으로 분할되지 않는다.
3. **빈 공간 없앰**: 최종 배치에서 초기 설계 공간 의 모든 유효한 셀은 방을 할당받아, 빈 공간을 남기지 않는다.
4. **최대 면적 제한**: 사이즈 최적화가 적용된 경우, 각 방은 허용된 최대 면적을 초과하지 않는다.
5. 모든 방은 설계 공간을 초과하여 배치되지 않는다.

이 목표를 달성하기 위해, 알고리즘은 각 방의 시드 셀을 기반으로 방의 확장 가능한 범위를 계산하고, 그리드 상의 빈 셀을 탐색하여 확장해 나간다. 이 과정은 방의 면적 요구 사항을 고려한 배치와 단순한 방 확장 배치 두 가지 방법이 있다.

### **3.2.2 경계 셀 확장 방식**

방 배치 방법은 방의 외곽을 구성하는 경계 셀 중 하나를 임의로 선택하여, 그에 인접한 셀에 동일한 방을 할당하는 방식으로 이루어진다. 선택된 인접 셀의 방향에 따라 해당 방향으로 평행한 인접 셀들 역시 동일한 방으로 확장된다. 이러한 병렬 확장 방식은 선택된 인접 셀 단독으로 확장하는 단순한 방식에 비해 임의 선택에 따른 불규칙한 형태 형성을 완화하며 방의 형태를 보다 일관되고 정형화된 형태로 유지하는 데 기여한다.

#### **1. 경계 셀 선택 및 병렬 확장**

방의 경계 셀 집합 는 의 외곽을 구성하는 셀들로 이루어진다. 초기 단계에서는 이 집합이 단일 시드 셀 로 시작한다. 먼저, 방 의 경계 셀 중 하나를 무작위로 선택한다.

여기서 는 방 의 경계에 위치한 셀들 중 무작위로 선택된 셀이다. 방의 경계를 정의하는 기준은 하나 이상의 미할당 셀(즉, 값이 0인 셀)을 이웃으로 가진 셀을 의미한다. 선택된 경계 셀 에 인접한 빈 셀들의 집합을 로 정의하며, 이 중 하나를 무작위로 선택하여 방 에 새로 할당한다.

와 의 인접 방향에 따라, 해당 방향으로 평행하게 확장 가능한 인접 셀들의 집합을 로 정의한다.

이후 의 모든 셀들에게 방를 할당한다.

방의 경계가 확장된 후, 기존 경계 셀 집합 중에서 더이상 확장이 불가능한 셀은 경계 셀 목록에서 제거되며, 새로 확장된 셀들은 경계 셀 목록에 추가된다. 갱신된 경계 셀 목록은 이후 확장 과정에서 다시 사용되며, 방이 더 이상 확장할 수 없는 상태에 이를 때까지 업데이트된다.

이 경계 셀 목록 갱신 과정은 다음과 같이 표현된다. 새로 확장된 셀와 병렬로 확장된 셀들은 경계 셀 목록에 추가되며, 더 이상 확장할 수 없는 셀들은 목록에서 제거된다.

이 병렬 확장 과정은 한 번의 반복 동안 모든 방에 대해 수행되며, 경계 셀 목록은 각 반복을 통해 지속적으로 갱신되어, 방이 확장 가능한 상태를 유지하고, 확장 작업이 이어진다.

### 3.2.3 면적 요구사항을 고려한 확장

면적 최적화 확장은 방의 크기 최적화 요구사항을 반영한 확장 방식이다. 방의 크기 요구 사항은 개별 방과 그 방의 최소 최대 허용 면적의 쌍으로 구성된 목록으로 정의된다.

여기서 는 방 의 현재 면적을 의미하며, 와 는 각각 방의 최소 및 최대 면적 요구 사항을 나타낸다.

면적 최적화 확장에서 각 방은 자신의 면적을 추적하며 확장된다. 각 방의 면적이 최대 면적에 도달하면 더 이상 확장하지 않고, 해당 방의 확장은 중단된다. 면적 요구 사항은 방 배치의 제약 조건으로 작용하며, 이를 통해 각 방이 주어진 면적 요구 사항에 맞게 배정된다.

방이 에 도달하면 더 이상 확장되지 않고, 인접 셀이 할당되지 않게 된다. 방이 더 이상 확장하지 않게 되어 빈 공간이 생기는 경우, 해당 빈 공간과 인접한 방 중 하나를 선택하여 확장한다