



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0010283
(43) 공개일자 2023년01월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 30/20 (2020.01) G01C 21/00 (2006.01)
G06F 119/10 (2020.01) G06Q 50/26 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06F 30/20 (2020.01)
G01C 21/3804 (2020.08)
(21) 출원번호 10-2021-0090661
(22) 출원일자 2021년07월12일
심사청구일자 2021년07월12일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
황호연
서울특별시 송파구 오금로35길 17, 26동 704호(오금동, 현대아파트)
소민준
서울특별시 강북구 삼양로27길 95, 207동 2003호(미아동, 두산위브트레지움아파트)
(74) 대리인
유병욱, 한승범

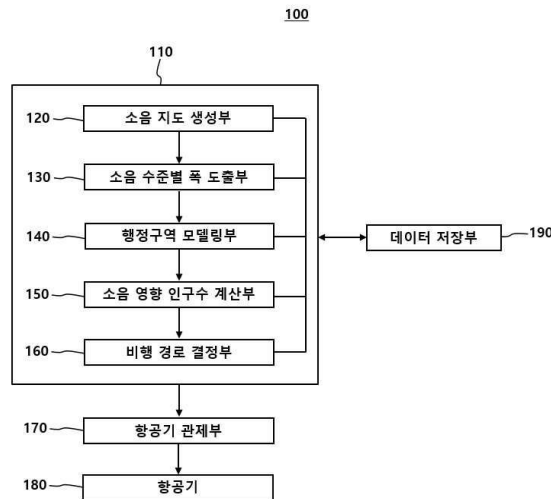
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템은, 도심항공 모빌리티의 비행 경로에 대한 소음 지도를 생성하는 소음 지도 생성부; 상기 소음 지도를 이용하여 소음 수준별 폭에 대한 정보를 얻는 소음 수준별 폭 도출부; 상기 소음 수준별 폭에 대응하는 행정구역 및 상기 행정구역에 거주하는 인구를 구하는 행정구역 모델링부; 및 상기 소음 수준별 폭에 대응하는 상기 행정구역에 거주하는 인구 중 항공기 소음에 영향을 받는 인구수를 계산하는 소음 영향 인구수 계산부;를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06F 16/29 (2019.01)

G06Q 50/26 (2013.01)

G06F 2119/10 (2020.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615011891

과제번호 157731

부처명 국토교통부

과제관리(전문)기관명 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 국토교통기술촉진연구(R&D)

연구과제명 도심 항공 모빌리티(UAM) 적용을 위한 수직이착륙장 위치 선정, 구축방안, 운영 소
음 분석 등 공유기반 모빌리티(ODM) 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 세종대학교 산학협력단

연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

도심항공 모빌리티의 비행 경로에 대한 소음 지도를 생성하는 소음 지도 생성부;
 상기 소음 지도를 이용하여 소음 수준별 폭에 대한 정보를 얻는 소음 수준별 폭 도출부;
 상기 소음 수준별 폭에 대응하는 행정구역 및 상기 행정구역에 거주하는 인구를 구하는 행정구역 모델링부; 및
 상기 소음 수준별 폭에 대응하는 상기 행정구역에 거주하는 인구 중 항공기 소음에 영향을 받는 인구수를 계산하는 소음 영향 인구수 계산부;
 를 포함하는 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 소음 지도 생성부는 항공기의 소음, 연료소모, 배출가스 또는 대기오염을 포함하는 환경적 영향을 분석하여 항공기의 출발지와 목적지를 연결하는 경로에 대한 소음 지도를 생성하는 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 소음 지도 생성부는 등가소음평가 방식을 이용하여 소음 지도를 생성하는 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 소음 수준별 폭 도출부는 상기 소음 지도에서 도출된 소음 중 60 dB 이상의 소음 리셉터에 대한 폭을 구하는 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 행정구역 모델링부는 항공기 비행 경로가 통과하는 행정구역의 경계선 내 면적을 단위 면적으로 분할하고, 상기 단위 면적 당 인구수를 구하는 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,
 상기 단위 면적은 상기 행정구역의 경계선 내 면적과 상기 단위 면적을 합한 면적을 근사하게 만드는 다각형 형태로 마련되는 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 단위 면적 당 인구수는 상기 행정구역에 거주하는 인구수를 상기 단위 면적의 개수로 나누어서 구해지는 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 소음 영향 인구수 계산부는 상기 소음 수준별 폭에 해당하는 상기 단위 면적의 개수, 상기 단위 면적 당 인구수 및 상기 소음 수준에 대한 소음원별 소음의 영향도를 이용하여 소음에 영향을 받는 인구수를 계산하는 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 소음 영향 인구수 계산부는 상기 소음 수준별 폭에 해당하는 상기 단위 면적의 개수 중 비거주 지역에 대응하는 단위 면적의 개수는 제외하는 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 소음 영향 인구수 계산부는 미에테마 커브를 이용하여 소음원별 소음의 영향도를 고려하는 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 도심항공 모빌리티 항공기의 비행 또는 운항 경로에 따른 소음의 영향을 받는 인구수를 예측함으로써 소음 영향 인구수가 가장 적은 소음 우선 비행 경로를 결정하는데 도움을 줄 수 있는 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템을 제공한다.

배경 기술

[0002] 서울을 포함한 전 세계의 대도시에서는 대도시 인구 밀집으로 인해 인구 포화상태에 이르렀으며, 이로 인해 출퇴근 시간 증가, 교통혼잡비용 증가로 인해 경제적 손실이 지속적으로 증가하고 있다. 따라서 이와 같은 문제를 해결하기 위해 지상이 아닌 공중을 활용한 교통수단에 대한 연구가 활발히 진행 중인데 이것이 바로 도심항공 모빌리티(UAM; Urban Air Mobility)이다.

[0003] 도심항공 모빌리티(UAM)로는 전기추진 수직이착륙(eVTOL; electric Vertical Take-Off and Landing) 비행체 또는 미래형 개인항공기(PAV; Personal Air Vehicle) 등이 운영될 수 있다.

[0004] 미래형 도심 항공 모빌리티(UAM)는 포화된 지상 교통수단을 해결하기 위한 수단으로써 주목받고 있는 차세대 교통수단이다. 이러한 새로운 개념의 항공 운송 시스템으로 볼 수 있는 도심항공 모빌리티가 상용화되기 위해 해결되어야 하는 가장 큰 문제는 항공기 운항 중 발생하는 소음이다. 최근 경제 수준의 향상에 따라 환경이 삶의 질을 결정하는 중요한 요소로 부각되고 있으며, 소음의 경우 사람에 따라 느끼는 정도가 상대적이기 때문에 표준적인 소음 강도에 대한 지표를 통해 도심항공 모빌리티 운용 시 발생하는 소음에 대해 분석한 후 모든 이해

관계자가 상호 이익이 되는 조건에서 지속 가능한 시스템을 구축할 필요성이 높아졌으나 아직 운용 경로에 대한 소음 분석이 이루어지지 않고 있다.

[0005] 한편, 종래 기술은 소음에 대한 정확한 넓이가 각 행정구역에 얼마큼의 비율로 차지하고 있는지에 대해 리셉터(receptors)의 개수로 인해 결정되기 때문에 정확한 소음에 대한 정보를 담고 있지 못하고 있다. 이에 따라 소음의 영향을 받는 인구수를 계산함에 있어 그 오차가 발생한다는 문제점이 있다.

[0006] 본 출원인은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명을 제안하게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0281015호(2000.11.14. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 도심항공 모빌리티 운용 경로에 따른 소음에 영향을 받는 인구수를 계산하는 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템을 제공한다.

[0009] 본 발명은 도심항공 모빌리티의 비행 경로에 따라 소음에 영향을 받는 인구수를 가장 적게 하는 도심항공 모빌리티 경로를 구축하는 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템을 제공한다.

[0010] 본 발명은 소음 수준 또는 소음 발생원에 따른 영향을 고려하여 소음에 영향을 받는 인구수를 계산하는 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기한 바와 같은 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템은, 도심항공 모빌리티의 비행 경로에 대한 소음 지도를 생성하는 소음 지도 생성부; 상기 소음 지도를 이용하여 소음 수준별 폭에 대한 정보를 얻는 소음 수준별 폭 도출부; 상기 소음 수준별 폭에 대응하는 행정구역 및 상기 행정구역에 거주하는 인구를 구하는 행정구역 모델링부; 및 상기 소음 수준별 폭에 대응하는 상기 행정구역에 거주하는 인구 중 항공기 소음에 영향을 받는 인구수를 계산하는 소음 영향 인구수 계산부;를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 소음 지도 생성부는 항공기의 소음, 연료소모, 배출가스 또는 대기오염을 포함하는 환경적 영향을 분석하여 항공기의 출발지와 목적지를 연결하는 경로에 대한 소음 지도를 생성할 수 있다.

[0013] 상기 소음 지도 생성부는 등가소음평가 방식을 이용하여 소음 지도를 생성할 수 있다.

[0014] 상기 소음 수준별 폭 도출부는 상기 소음 지도에서 도출된 소음 중 60dB 이상의 소음 리셉터에 대한 폭을 구할 수 있다.

[0015] 상기 행정구역 모델링부는 항공기 비행 경로가 통과하는 행정구역의 경계선 내 면적을 단위 면적으로 분할하고, 상기 단위 면적 당 인구수를 구할 수 있다.

[0016] 상기 단위 면적은 상기 행정구역의 경계선 내 면적과 상기 단위 면적을 합한 면적을 근사하게 만드는 다각형 형태로 마련될 수 있다.

[0017] 상기 단위 면적 당 인구수는 상기 행정구역에 거주하는 인구수를 상기 단위 면적의 개수로 나누어서 구해질 수 있다.

[0018] 상기 소음 영향 인구수 계산부는 상기 소음 수준별 폭에 해당하는 상기 단위 면적의 개수, 상기 단위 면적 당 인구수 및 상기 소음 수준에 대한 소음원별 소음의 영향도를 이용하여 소음에 영향을 받는 인구수를 계산할 수 있다.

[0019] 상기 소음 영향 인구수 계산부는 상기 소음 수준별 폭에 해당하는 상기 단위 면적의 개수 중 비거주 지역에 대

응하는 단위 면적의 개수는 제외할 수 있다.

[0020] 상기 소음 영향 인구수 계산부는 미에데마 커브(Miedema curve)를 이용하여 소음원별 소음의 영향도를 고려할 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 따른 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템은 도심항공 모빌리티 항공기의 운항 또는 비행 경로에 대한 소음 지도를 생성하고 소음 지도에서 소음 수준별 폭을 고려함으로써 소음의 수준에 따라 영향을 받는 인구수가 다른 것까지 고려할 수 있기 때문에 소음에 영향을 받는 인구수를 정확하게 계산할 수 있다.

[0022] 본 발명에 따른 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템은 항공기의 소음에 따른 영향을 받는 인구수가 상대적으로 적은 경로를 선택하는데 도움을 줄 수 있다.

[0023] 본 발명에 따른 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템은 비행 경로에 대응하는 행정구역 중 실제 인구가 거주하는 부분을 고려하기 때문에 인구수 계산의 정확성을 높일 수 있고, 소음 수준 뿐만 아니라 소음 발생 원에 따른 영향도까지 고려하여 인구수를 계산하기 때문에 소음 영향 인구수를 정확하게 계산해낼 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템의 구성을 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 2는 도 1에 따른 시스템의 행정구역 모델링부에서의 행정구역 모델링 결과를 예시적으로 보여주는 도면이다.

도 3은 도 1에 따른 시스템의 소음 영향 인구수 계산부에 이용되는 솔츠 커브를 보여주는 도면이다.

도 4는 도 1에 따른 시스템의 소음 영향 인구수 계산부에 이용되는 야간시간 공유비율에 따른 소음 측정 지표별 차이를 보여주는 도면이다.

도 5는 도 1에 따른 시스템의 소음 영향 인구수 계산부에 이용되는 미에데마 커브를 보여주는 도면이다.

도 6은 도 1에 따른 시스템을 사용하여 도심항공 모빌리티의 운항 경로를 예시적으로 설명하는 도면이다.

도 7은 도 1에 따른 시스템을 사용하여 얻은 도심항공 모빌리티의 비행 경로를 보여주는 도면이다.

도 8은 도 7에 따른 비행 경로가 통과하는 행정구역의 모델링 결과를 보여주는 도면이다.

도 9는 도 7에 따른 비행 경로의 소음 지도를 보여주는 도면이다.

도 10은 도 9에 따른 소음 지도에 대응하는 행정구역의 모델링 결과를 보여주는 도면이다.

도 11은 도 1에 따른 시스템을 이용하여 도심항공 모빌리티 비행 경로의 소음을 분석하는 방법을 설명하는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 동일하거나 유사한 구성요소에 는 동일, 유사한 도면 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련 된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범 위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0026] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소 들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0027] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

- [0028] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0029] 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0030] 도면들은 개략적이고 축적에 맞게 도시되지 않았다는 것을 일러둔다. 도면에 있는 부분들의 상대적인 치수 및 비율은 도면에서의 명확성 및 편의를 위해 그 크기에 있어 과장되거나 감소되어 도시되었으며 임의의 치수는 단지 예시적인 것이지 한정적인 것은 아니다. 그리고 둘 이상의 도면에 나타나는 동일한 구조물, 요소 또는 부품에는 동일한 참조 부호가 유사한 특징을 나타내기 위해 사용된다.
- [0031] 본 발명의 실시예는 본 발명의 이상적인 실시예들을 구체적으로 나타낸다. 그 결과, 도면의 다양한 변형이 예상된다. 따라서 실시예는 도시한 영역의 특정 형태에 국한되지 않으며, 예를 들면 제조에 의한 형태의 변형도 포함한다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템의 구성을 개략적으로 보여주는 도면, 도 2는 도 1에 따른 시스템의 행정구역 모델링부에서의 행정구역 모델링 결과를 예시적으로 보여주는 도면, 도 3은 도 1에 따른 시스템의 소음 영향 인구수 계산부에 이용되는 슬츠 커브를 보여주는 도면, 도 4는 도 1에 따른 시스템의 소음 영향 인구수 계산부에 이용되는 야간시간 공유비율에 따른 소음 측정 지표별 차이를 보여주는 도면, 도 5는 도 1에 따른 시스템의 소음 영향 인구수 계산부에 이용되는 미에데마 커브를 보여주는 도면, 도 6은 도 1에 따른 시스템을 사용하여 도심항공 모빌리티의 운용 경로를 예시적으로 설명하는 도면, 도 7은 도 1에 따른 시스템을 사용하여 얻은 도심항공 모빌리티의 비행 경로를 보여주는 도면, 도 8은 도 7에 따른 비행 경로가 통과하는 행정구역의 모델링 결과를 보여주는 도면, 도 9는 도 7에 따른 비행 경로의 소음 지도를 보여주는 도면, 도 10은 도 9에 따른 소음 지도에 대응하는 행정구역의 모델링 결과를 보여주는 도면, 도 11은 도 1에 따른 시스템을 이용하여 도심항공 모빌리티 비행 경로의 소음을 분석하는 방법을 설명하는 순서도이다.
- [0034] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템(100)은, 도심항공 모빌리티의 비행 경로에 대한 소음 지도를 생성하는 소음 지도 생성부(120); 상기 소음 지도를 이용하여 소음 수준별 폭에 대한 정보를 얻는 소음 수준별 폭 도출부(130); 상기 소음 수준별 폭에 대응하는 행정구역 및 상기 행정구역에 거주하는 인구를 구하는 행정구역 모델링부(140); 및 상기 소음 수준별 폭에 대응하는 상기 행정구역에 거주하는 인구 중 항공기 소음에 영향을 받는 인구수를 계산하는 소음 영향 인구수 계산부(150);를 포함할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템(100, 이하 "소음 분석 시스템"이라 약칭함)은 도심항공 모빌리티 항공기가 운용되는 지역의 행정구역별 인구 분포 데이터를 분석하여 소음에 영향을 받는 인구수를 계산하고 소음에 영향을 받는 인구수가 최소화될 수 있는 소음 우선 경로를 생성하는데 이용될 수 있다.
- [0036] 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)은 도심항공 모빌리티(UAM)로 전기동력 수직이착륙 항공기(eVTOL; electric vertical take-off and landing vehicle)를 운용하는 경우를 예로서 설명한다. 다만, eVTOL만 PAV(Personal Air Vehicle)에 해당되는 것은 아니다.
- [0037] 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)은 도심항공 모빌리티의 운용 경로(비행 경로)에 따른 소음에 영향을 받는 인구수를 계산할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)은 비행 경로(운용 경로)에 대한 소음 지도를 생성하고, 비행 경로가 지나는 행정구역마다 소음이 미치는 영향을 분석하고, 최종적으로 비행 경로에 따라 소음의 영향을 받는 인구수 차이를 비교하여 더 적합한 비행 경로를 선정할 수 있다.
- [0038] 이를 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)은 도 1에 도시된 바와 같이, 소음 영향 분석 유닛(110) 및 소음 영향 분석 유닛(110)의 분석 결과를 이용하여 항공기(180)의 비행을 관제하는 항공기 관제부(170)를 포함할 수 있다.
- [0039] 상기 소음 영향 분석 유닛(110)은 소음 지도 생성부(120), 소음 수준별 폭 도출부(130), 행정구역 모델링부

(140), 소음 영향 인구수 계산부(150) 및 비행 경로 결정부(160)를 포함할 수 있다. 이러한 구성요소들은 컴퓨터와 같은 하드웨어 형태로 구현될 수 있다.

- [0040] 상기 소음 영향 분석 유닛(110)에서 생성된 각종 정보 또는 데이터는 데이터 저장부(190)에 저장될 수 있고, 소음 영향 분석 유닛(110)은 필요로 하는 각종 정보 또는 데이터를 데이터 저장부(190)에서부터 얻을 수도 있다.
- [0041] 여기서, 항공기 관제부(170)는 소음 분석 시스템(100)에 포함될 수도 있고 소음 분석 시스템(100)과 독립된 별개의 구성요소가 될 수도 있다. 또한, 항공기(180)는 도심항공 모빌리티에서 운용되는 eVTOL PAV를 포함하는 개념이다.
- [0042] 한편, 본 발명에 따른 소음 분석 시스템(100)의 소음 지도 생성부(120)는 항공기(180)의 소음, 연료소모, 배출가스 또는 대기오염을 포함하는 환경적 영향을 분석하여 항공기(180)의 출발지와 목적지를 연결하는 경로에 대한 소음 지도를 생성할 수 있다.
- [0043] 상기 소음 지도 생성부(120)는 FAA(Federal Aviation Administration)에서 개발한 항공기의 소음, 연료 소모, 배출가스, 대기 오염과 같은 환경적 영향을 분석하는 소프트웨어인 AEDT(Aviation Environmental Design Tool)를 사용하여 도심항공 모빌리티(UAM)에서 운영되는 항공기(180)의 비행 경로(운용 경로) 주변의 소음 지도를 생성하여 소음 분석을 수행할 수 있다.
- [0044] 여기서, 비행 경로는 소음의 영향을 받는 인구의 수가 최소화되도록 하기 위해 출발지와 목적지를 직접 연결하는 단일 직선 경로가 아닌 소음 우선 형태로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0045] 한편, 상기 소음 지도 생성부(120)는 항공기(180)의 소음을 평가하고 그 결과를 지도로서 제시할 수 있다. 소음 지도 생성부(120)는 등가소음평가 방식을 이용하여 항공기(180)의 소음을 평가하고 그 결과가 반영된 소음 지도를 생성할 수 있다.
- [0046] 여기서, 등가소음평가 방식은 하루 동안 매시간 등가소음도를 측정하고 시간대별로 가중치를 부여한 후 24시간으로 나눈 평균 소음을 이용하여 소음을 평가하는 방식이다. 이때, 그 시간대를 2분할한 것이 L_{dn} (day-night average sound level)이고, 3분할한 것은 L_{den} (day-evening-night average sound level)이다.
- [0047] 2분할법의 경우에는 주간인 L_d 는 7시부터 22시까지이고, 야간인 L_n 은 22시부터 7시까지이다. 이때, 야간 시간대(L_n)에만 10dB의 가중치가 부여된다.
- [0048] 2분할법에 의한 등가소음도 L_{dn} 은 하기 [수학식 1]과 같이 계산될 수 있다.

수학식 1

$$L_{dn} = 10 \log \left[\left(\frac{1}{24} \left(15 \cdot 10^{\frac{L_d}{10}} + 9 \cdot 10^{\frac{(L_n + 10)}{10}} \right) \right) \right]$$

- [0049]
- [0050] [수학식 1]에서 L_d , L_n 은 각각 낮 시간대 및 야간 시간대에서의 소음도이다.
- [0051] 3분할법의 경우에는 주간인 L_d 는 7시부터 19시까지이고, 저녁인 L_e 는 19시부터 22시까지이며, 야간인 L_n 은 22시부터 7시까지이다. 이때, 저녁 시간대(L_e)에는 5dB의 가중치가 부여되고, 야간 시간대(L_n)에는 10dB의 가중치가 부여된다.
- [0052] 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)의 소음 지도 생성부(120)는 등가소음도로서 소음 측정에 용이하며 낮, 저녁과 야간 시간대 모두를 구분하는 3분할 방식(L_{den})을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0053] 3분할법에 의한 등가소음도 L_{den} 은 하기 [수학식 2]와 같이 계산될 수 있다.

수학식 2

$$L_{den} = 10 \log \left[\frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_d}{10}} + 3 \cdot 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 9 \cdot 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right) \right]$$

[0054]

[0055]

[수학식 2]에서 L_d , L_e , L_n 은 각각 낮 시간대, 저녁 시간대 및 야간 시간대에서의 소음도이다.

[0056]

상기에서 언급한 바와 같이 소음 지도 생성부(120)는 소음 분석 소프트웨어인 AEDT를 이용하여 비행 경로에 대한 소음 지도를 생성할 수 있다.

[0057]

한편, 상기 소음 수준별 폭 도출부(130)는 소음 지도 생성부(120)에서 생성된 소음 지도에서 도출된 소음 중 60dB 이상의 소음 리셉터(receptors)에 대한 폭을 구할 수 있다. 여기서, 리셉터는 소음 지도 상에서 수준별 해당 소음이 커버하는 영역을 의미한다.

[0058]

본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)은 파이썬(python)을 이용하여 실행될 수도 있다. 파이썬을 이용하는 경우, 소음 수준별 폭 도출부(130)는 소음 지도에서 비행 경로의 위도 및 경도 데이터를 csv 확장자로 구축한 뒤 이를 Line string의 형태로 하는 shp 확장자 파일로 만들어 파이썬(python)의 geopandas 라이브러리에서 이용할 수 있도록 만들 수 있다.

[0059]

또한, 소음 지도 생성부(120) 또는 소음 수준별 폭 도출부(130)는, 정확한 인구를 분포시키기 위해 한강과 같은 하천 위에는 거주 인구가 없음을 고려하여 소음 분석 대상 행정구역 중에서 하천과 같은 비거주 지역을 제외한 지도 데이터를 생성하여 파이썬(python) 위에 올려 놓을 수 있다.

[0060]

상기 소음 수준별 폭 도출부(130)는 비행 경로에 대한 shapely 데이터에 소음 폭에 대한 버퍼(buffer)를 줌으로써 소음 지도를 만들 수 있다. 여기서, 소음 수준별 폭 도출부(130)는 소음 지도 생성부(120)에 포함되는 형태로 마련될 수도 있다.

[0061]

상기 소음 수준별 폭 도출부(130)는 소음 지도와 비행 경로가 통과하는 지역의 지리적 지도 데이터를 함께 표시하고 행정구역 경계선을 중심으로 경계선 안에 포함된 소음 폭에 대한 넓이를 구함으로써 각 행정구역에서 소음 수준별 소음 영역이 얼마만큼 차지하고 있는지 알 수 있다.

[0062]

한편, 도심항공 모빌리티의 항공기(180)의 비행 경로가 통과하는 행정구역 내에 거주 인구가 어느 위치에 몇 명이 위치하고 있는지에 대해서는 정확한 데이터를 구할 수 없다는 문제가 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)은 행정구역 모델링부(140)에 의해서 이러한 문제를 해결할 수 있다.

[0063]

상기 행정구역 모델링부(140)는 비행 경로가 통과하는 행정구역의 경계선 내 전체 면적을 동일한 여러 개의 단위 면적으로 나누고 상기 단위 면적에 동일한 인구수를 배치시키는 방식으로 행정구역을 모델링할 수 있다.

[0064]

상기 행정구역 모델링부(140)는 도심항공 모빌리티의 항공기 비행 경로가 통과하는 행정구역의 경계선 내 면적을 단위 면적으로 분할하고, 상기 단위 면적 당 인구수를 구할 수 있다.

[0065]

여기서, 상기 단위 면적은 상기 행정구역의 경계선 내 면적과 상기 단위 면적을 합한 면적을 근사하게 만드는 다각형 형태로 마련되는 것이 바람직하다. 상기 행정구역의 경계선 내의 면적 즉, 행정구역의 실제 면적을 완전히 덮도록 행정구역 위에 상기 단위 면적을 다수개 배치하는 것과 동일하다. 이때, 상기 단위 면적의 모양은 상기 행정구역의 경계선 내 면적이 상기 단위 면적을 합한 면적과 거의 동일하거나 근사하게 만드는 다각형 형태로 마련되는 것이 바람직하다. 예를 들면, 상기 단위 면적은 정사각형 또는 정육각형과 같은 다각형 형태로 마련됨으로써 상기 행정구역의 실제 면적과의 오차를 줄일 수 있다.

[0066]

상기 행정구역 모델링부(140)는 비행 경로가 통과하는 행정구역의 면적을 다수개의 단위 면적으로 분할하고, 단위 면적당 동일한 인구가 거주한다고 가정한다. 즉, 행정구역 모델링부(140)는 상기 행정구역에 거주하는 인구수를 상기 단위 면적의 개수로 나누어서 단위 면적당 인구수를 구하게 된다. 상기 단위 면적당 인구수는 상기 단위 면적에 거주하는 가상의 인구수로써, 각 단위 면적에 대해서 거주하는 인구수는 동일하게 할당된다.

[0067]

도 2를 참조하여 행정구역 모델링부(140)의 기능에 대해서 보다 자세하게 설명한다. 도 2에는 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)의 행정구역 모델링부(140)에서의 행정구역 모델링 결과가 예시적으로 도시

되어 있다.

- [0068] 항공기(180)의 비행 경로 주변의 소음 정도(extension of noise)는 행정구역의 일부로 제한될 가능성이 높다. 즉, 비행 경로가 통과하는 행정구역 전체에 소음의 영향이 미치는 것이 아니라 비행 경로와 근접한 일부 영역에만 소음이 영향을 줄 가능성이 크다. 또한, 행정구역의 실제 모양은 정사각형과 같은 이상적인 형태가 아니고 구역 단위 면적당 주민이 고르게 분포되어 있지도 않다. 다만, 행정구역별 인구 통계 자료를 구할 수 있기 때문에 도심항공 모빌리티의 소음이 인구에 미치는 영향을 합리적으로 도출할 수 있는 방법은 다음과 같다.
- [0069] 도 2(a)는 eVTOL과 같은 도심항공 모빌리티의 항공기(180)가 실제 어떤 지역을 통과할 때 발생하는 소음 수준을 가상으로 표현한 것이고, 도 2(b)는 해당 지역을 다수개의 단위 면적으로 분할하여 모델링한 것이다.
- [0070] 도 2(a)에서 AD는 행정구역을 의미하고 NA는 소음 영역을 의미한다. 여기서, 소음 영역(NA)의 방향은 비행 경로와 거의 일치한다고 볼 수 있다. 즉, 소음 영역(NA)의 길이방향 가운데 부분이 비행 경로와 일치한다고 볼 수 있다. 도 2(a)에서 알 수 있듯이, 비행 경로가 통과하는 행정구역(AD) 전체에 소음의 영향이 미치는 것이 아니라 행정구역(AD)의 일부에만 소음의 영향이 미친다는 것을 알 수 있다. 도 2(a)를 참조하면, 소음 영역(NA)은 비행 경로와 근접한 가운데 부분의 65dB 영역과 양측의 60dB 영역을 포함할 수 있다. 즉, 비행 경로와 근접한 영역에 상대적으로 높은 수준의 소음이 영향을 준다는 것을 알 수 있다.
- [0071] 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)은 소음 지도 생성부(120)와 소음 수준별 폭 도출부(130)에 의해서 도 2(a)와 같은 결과를 제시할 수 있다. 그리고, 행정구역 모델링부(140)는 도 2(b)와 같은 결과를 제시할 수 있다.
- [0072] 도 2(a)에서 행정구역(AD)은 면적이 약 41.4km^2 인 서울시 강서구를 재현한 것이고, 도 2(b)는 정육각형의 단위 면적으로 강서구의 실제 면적을 분할하여 모델링한 것이다.
- [0073] 행정구역 모델링부(140)는 약 41.4km^2 의 면적을 가지는 행정구역(AD)을 모델링하기 위해서 하나의 면적이 약 0.8km^2 인 정육각형의 단위 면적으로 행정구역(AD)을 분할했고, 그 결과 행정구역(AD)을 52개의 정육각형 단위 면적으로 분할하였다.
- [0074] 도 2(b)를 참조하면, 52개의 정육각형 단위 면적(UA)이 행정구역(AD)을 대체하고 있다. 따라서, 행정구역 모델링부(140)에 의해서 모델링된 행정구역의 모델링 면적은 약 41.6km^2 가 된다. 모델링 면적 41.6km^2 은 강서구의 실제 면적 41.4km^2 과 약 -0.48% 정도의 오차를 생성하기 때문에 행정구역 모델링부(140)의 모델링 결과는 행정구역의 실제 면적과 근사하다고 볼 수 있다.
- [0075] 한편, 행정구역 모델링부(140)는 행정구역의 실제 면적과 모델링 면적 사이의 오차가 기준치 보다 클 경우에는 단위 면적의 크기 또는 모양을 바꿔서 다시 모델링을 수행할 수 있다. 이러한 과정은 오차가 기준치 보다 작을 때까지 반복될 수 있다.
- [0076] 통계 정보원에 따르면 행정 안전부 주민등록 인구 통계에 따르면 강서구 주민은 2021년 기준 572,377명이고, 강서구 외곽으로 통근하는 사람은 182,963명이다. 따라서, 통근하는 사람을 제외하면, 강서구에는 389,414명이 남아서 거주지 내에서 생활하게 될 것이기 때문에 389,414명의 인구는 생활권 내 소음의 영향을 받을 수 있는 사람으로 정의될 수 있다.
- [0077] 상기 행정구역 모델링부(140)는 정육각형의 단위 면적(UA)의 개수와 소음의 영향을 받을 수 있는 인구수(389,414명)를 이용하여 하나의 정육각형 단위 면적(UA)에 거주하는 인구수를 구할 수 있다. 강서구의 행정구역(AD)은 52개의 정육각형 단위 면적(UA)으로 구성되어 있기 때문에 하나의 단위 면적(UA) 당 7,489명의 사람들이 있다고 가정할 수 있다. 즉, 행정구역 모델링부(140)는 서울시 강서구의 단위 면적 당 인구수는 7,489명이라고 정의하게 된다.
- [0078] 도 2(b)를 참조하면, 65dB 수준의 소음은 6개의 단위 면적에 영향을 미치고, 60dB 수준의 소음은 10개의 단위 면적에 영향을 미친다. 해당 단위 면적의 개수에 단위 면적 당 인구수를 곱하면 소음에 영향을 받는 인구수를 구할 수 있다. 하지만, 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)은 소음의 영향도 또는 소음 발생원에 따른 영향도까지 고려하여 소음에 영향을 받는 인구수를 구하게 된다.
- [0079] 한편, eVTOL PAV과 같은 항공기(180)가 도심항공 모빌리티로 운용되는 경우 비행 경로(운용 경로) 주변에 소음이 발생하게 되며, 따라서 해당 소음이 미치는 구역에 거주하는 인구에게 소음의 영향이 미치게 될 것이다. 따

라서, 소음의 영향이 상대적으로 적은 항공기 비행 경로(운용 경로)를 도출하기 위해서는 발생하는 소음에 영향을 받는 각 거주 지역별 인구 비율(%)을 [수학식 3]과 같이 측정하는 것이 필요하다.

수학식 3

$$Highly\ annoyed, \% = \frac{100}{1 + e^{(11.13 - 0.141L_{dn})}}$$

[0080]

[0081]

[수학식 3]은 소음에 의해 높은 수준의 부정적인 영향을 받는 거주 인구수를 계산하기 위해 사용되는 숄츠 커브(Shultz curve)의 커브 피팅(curve fitting) 함수를 나타낸다. 숄츠 커브는 도 3에 도시되어 있다.

[0082]

도 4는 야간 시간별 공유 비율(Night time share)에 따른 소음 측정 지표별 수준 차이(Level difference)를 나타내는 그래프이다. 도 4에서 주목해야 할 지표별 차이는 L_{dn} 과 L_{den} 의 차이를 나타내는 부분이다. 야간 시간을 공유하지 않음에도 불구하고 L_{dn} 과 L_{den} 간에 2dB 차이 밖에 발생하지 않았으며 공유 비율이 높아질수록 그 차이가 줄어드는 것을 도 4에서 확인할 수 있다.

[0083]

또한, 상기 [수학식 1] 및 [수학식 2]에서 L_{dn} 과 L_{den} 의 야간시간은 22시부터 7시까지로 동일하다. 따라서, 두 지표(L_{dn} , L_{den}) 간의 소음 수준 차이는 작다고 가정하고 [수학식 3]에의 L_{dn} 을 L_{den} 으로 대체하는 것이 가능하다.

[0084]

한편, 도 3에 도시된 숄츠 커브는 서로 다른 소음원 사이의 특징을 구별 하지 않은 상태에서 높은 수준의 소음의 영향을 나타낸 것이다. 이에 따라 교통수단 사이의 특징을 구별하여 높은 수준의 소음의 영향을 나타낼 필요가 있는데, 이는 도 5에 도시된 바와 같다.

[0085]

본래의 숄츠 커브(Shultz curve)에 의하면 65dB에서의 높은 수준의 소음 영향은 약 12%이다. 하지만, 항공기가 미치는 소음 영향은 다른 소음원에 비해 높은 경향을 보이므로 약 27% 수준이라는 것이 도 5에 도시되어 있는 미에데마 커브(Miedema curve)이다. 도 5를 참조하면, 소음원이 항공기(AIR TRAFFIC), 자동차(ROAD TRAFFIC), 철도(RAIL TRAFFIC)일 때 높은 수준의 소음 영향 비율이 다르다는 것을 알 수 있다.

[0086]

본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)의 소음 영향 인구수 계산부(150)는 상기 소음 수준별 폭에 해당하는 상기 단위 면적의 개수, 상기 단위 면적 당 인구수 및 상기 소음 수준에 대한 소음원별 소음의 영향도를 이용하여 소음에 영향을 받는 인구수를 계산할 수 있다.

[0087]

상기 소음 영향 인구수 계산부(150)는 도 5에 도시되어 있는 소음원별 높은 수준의 소음 영향 비율을 행정구역 모델링부(140)에서 얻은 모델링 결과에 반영하여 소음에 영향을 받는 인구수를 계산할 수 있다.

[0088]

상기 소음 영향 인구수 계산부(150)는 도 5의 미에데마 곡선에서부터 65dB 및 60dB에서 항공기 교통 소음의 영향도는 각각 전체 인구의 27% 및 18%라는 값을 얻고 이를 모델링 결과에 반영할 수 있다.

[0089]

도 2(b)를 참조하면, 65dB 수준의 소음은 6개의 정육각형 단위 면적에 영향을 미치고, 60dB 수준의 소음은 10개의 정육각형 단위 면적에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 즉, 65dB의 소음은 6개의 육각형을 포함하고 60dB의 소음은 10개의 육각형을 포함한다. 따라서, 65dB의 소음에 영향을 받는 인구수는 44,934명이고, 60dB의 소음에 영향을 받는 인구수는 74,890명이다. 그런데, 이들 인구수는 소음원별 높은 수준의 소음 영향 비율을 반영하지 않은 값이다.

[0090]

상기 소음 영향 인구수 계산부(150)는 미에데마 곡선에서 얻은 항공기 소음 중 높은 수준의 소음 영향도 즉, 65dB 및 60dB의 영향도가 각각 전체 인구의 27% 및 18%인 것을 반영하여 최종적으로 소음에 영향을 받는 인구수를 구하게 된다. 그 결과, 모델링된 행정구역에서 eVTOL과 같은 항공기(180)의 비행 경로에서 발생하는 높은 소음의 영향을 받는 사람의 수는 65dB 구간에서 12,132명(7,489명 X 6 X 27%)이고, 60dB 구간에서 13,480명(7,489명 X 10 X 18%)이 된다. 따라서, 비행 경로의 소음에 영향을 받는 총 인구수는 25,612명이고, 이는 389,414명의 약 6.58% 정도가 된다. 즉, 서울시 강서구의 경우 6.58% 정도의 인구가 비행 경로의 소음에 영향을 받게 된다는 결과를 소음 영향 인구수 계산부(150)에서 얻을 수 있다.

[0091]

상기 소음 영향 인구수 계산부(150)는 상기 소음 수준별 폭에 해당하는 상기 단위 면적의 개수 중 비거주 지역에 대응하는 단위 면적의 개수는 제외한 후 소음에 영향을 받는 인구수를 계산할 수 있다. 예를 들면, 도 2(b)

에 도시된 소음 영역(NA)에 위치하는 단위 면적(UA) 중 하천에 해당하는 단위 면적이 있을 경우 하천에 해당하는 단위 면적은 제외해야 한다. 왜냐하면, 하천에는 사람이 거주할 수 없기 때문에 비거주 지역에 대응하는 단위 면적을 제외해야 소음에 영향을 받는 인구수를 정확하게 계산할 수 있기 때문이다.

[0092] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)은 상기한 방법을 이용하여 도심항공 모빌리티(UAM)의 비행 경로에 따른 소음이 거주자 인구에 미치는 영향을 분석하고 실제 도심항공 모빌리티의 소음 우선 경로를 설정하는 실행 가능한 방법을 제시할 수 있다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)의 비행 경로 결정부(160)는 서로 다른 비행 경로에 대해 어떤 경로가 소음에 대한 영향을 받는 인구가 더 적은지를 비교하여 더욱 적합한 도심항공 모빌리티의 비행 경로를 제시할 수 있다.

[0093] 도 6은 도심항공 모빌리티의 비행 경로 프로파일의 한 예이다. AEDT에서 항공기의 수직 이륙(Vertical take-off), 수직 착륙(Vertical landing) 및 전환(Transition)을 하나의 프로세스로 결합하여 소음 분석에 큰 차이가 없다고 가정한다. 이 세 가지를 하나의 프로세스로 가정하여 비행 경로에 따른 소음 분석을 수행할 수 있다.

[0094] 상기 비행 경로 결정부(160)는 소음 우선 시나리오(noise priority scenario)와 비즈니스 우선 시나리오(business priority scenario)에 대해서 소음 분석 결과를 이용하여 소음에 유리한 비행 경로를 제시할 수 있다.

[0095] 상기 소음 우선 시나리오는 가능한 한 소음에 대한 영향을 줄이기 위해 대부분의 비행 경로가 인구 밀도가 가장 낮은 지역을 따라 평면으로 설정되는 비행 시나리오이다. 반면에, 비즈니스 우선 시나리오는 소음의 영향을 무시하고 출발지에서 목적지를 최단 거리로 비행하는 시나리오이다.

[0096] 단일 직선 비행 경로의 비즈니스 우선 시나리오의 경우, 소음 우선 시나리오의 경우와 마찬가지로 노드를 통해 단계별로 비행해야 한다.

[0097] 도 7은 김포(Gimpo)에서 출발해서 코엑스(COEX)에 도착하는 경우에 비즈니스 우선 시나리오(a)와, 소음 우선 시나리오(b)의 비행 경로를 예시적으로 보여주고 있다. 즉, 도 7은 도심항공 모빌리티의 수직이착륙장(vertiport) 위치를 김포 공항 및 강남구 코엑스 노선에 적용한 경우에 두 가지 시나리오를 보여준다.

[0098] 두 가지 비행 시나리오에 대해서 소음의 영향을 받을 것으로 예상되는 행정구역은 서울 강서구, 양천구, 영등포구, 동작구, 서초구, 강남구, 송파구, 관악구, 마포구, 용산구, 경기도의 과천시와 성남시이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)이 상기 행정구역에 대해서 도 2에 도시된 바와 같은 모델링을 적용하여 각 행정구역을 모델링한 결과는 도 8에 나타나 있다.

[0099] 상기 실제 행정구역들에 대해서 행정구역 모델링부(140)에 의한 도 8과 같은 모델링 결과의 차이는 평균 오차율이 1.1%이고 최대 오차율은 관악구의 2.7%이다. 따라서, 행정구역 모델링부(140)의 모델링 결과는 적합하다는 것을 알 수 있다.

[0100] 한편, eVTOL 등과 같은 도심항공 모빌리티가 상용화되면, 여러 대의 eVTOL들이 동시에 비행하게 되기 때문에 발생하는 소음은 여러 대의 eVTOL이 함께 운행하는 경우에 발생하는 소음이 중첩된 형태가 될 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)은 eVTOL 등의 항공기(180)를 AEDT 소프트웨어에 입력하여 반복적으로 비행하도록 하여 소음을 얻는 것이 바람직하다.

[0101] 그런데, eVTOL의 개발사는 eVTOL에 관한 데이터를 제공하지 않기 때문에 본 발명에서는 현재 운용중인 헬리콥터를 소음 운용 모델로 선정하였다.

[0102] 한편, 많은 eVTOL 제조업체의 목표 소음 수준은 62~63dB이다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)은 소음 지도 생성부(120)에서 AEDT를 이용하여 목표 소음을 구현하기 위해 출퇴근 시간을 포함하여 6시부터 20시에 고정된 후 항공기의 운행 횟수를 조정하였다.

[0103] 상기 소음 지도 생성부(120)는 비행 횟수를 200회에서부터 500회까지 100회씩 늘려 가면서 소음 지도를 생성했으며, 이착륙 구간에 큰 차이가 없었다. 그러나, 순항(Cruise) 구간에서는 300~500대의 헬리콥터가 65dB~70dB 소음을 포함하고 200대의 헬리콥터가 주요 소음 수준인 60dB~65dB를 포함했다. 따라서 AEDT의 항공기(헬리콥터)의 비행 횟수는 200으로 지정되었고 목표 소음은 순항시 60~65dB로 조정되었다.

[0104] 도 7과 같은 두 가지 비행 경로 시나리오 대해서, 소음 지도 생성부(120)가 AEDT 소프트웨어를 사용하여 생성한 두 시나리오에 대한 소음 지도는 도 9와 같다. 비행 경로에 따른 소음 분석을 수행하기 위해 항공기의 운영 시간은 러시아워를 포함하여 6시부터 20시로 설정되었고, 소음 분석은 5인승 헬리콥터를 적용하여 진행하였다.

- [0105] 상기 소음 지도 생성부(120)는 AEDT 소프트웨어에서 소음 지도를 범위에서 구성하기 위해 리셉터(receptor) 설정에 그리드 방법(grid method)을 선택할 수 있다. 비행 경로가 서쪽에서 동쪽으로 이동하기 때문에 위도 37.48과 경도 126.64를 기준으로 X축에서 100개, Y축에서 100개씩 총 10,000개의 리셉터가 비행 경로에 배치된다. 리셉터 사이의 간격은 X축의 경우 0.31해리(nautical miles), Y축의 경우 0.1해리(nautical miles)로 설정된다.
- [0106] 한편, FAA에 따르면, 60dB는 도시 수준의 일반적인 소음이고, 65dB 이상의 소음은 임계 소음 노출 수준을 벗어난 소음이며, 55dB은 교외 수준의 조용한 소음이다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)은 eVTOL과 같은 항공기가 도시 지역에서 비행하기 위한 소음 분석을 목적으로 하기 때문에 55dB 이하의 소음을 고려하는 것이 바람직하다.
- [0107] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)은 AEDT 소프트웨어를 통해 비행 경로를 만들 때 출발 라인과 도착 라인이 정확히 일치하지 않는 경로 이탈 구간에서 발생하는 리셉터는 분석에서 제외한다.
- [0108] 도 9와 같은 소음 지도에 대해서 소음의 영향을 받는 사람들의 수를 확인하기 위해 행정구역 모델링부(140)는 도 10에 도시된 바와 같이 행정구역들을 모델링하고, 육각형의 단위 면적에 분포된 인구 데이터를 얻을 수 있다. 여기서, 인구 데이터는 각 행정구역에 거주하는 사람 수에서 근무 시간에 통근하기 위해 다른 행정구역으로 이동하는 사람 수를 뺀 값으로 가정한다.
- [0109] 도 10은 AEDT를 통해 얻은 소음 지도와 육각형 단위 면적으로 분할된 각 행정구역들의 중첩 이미지를 보여준다.
- [0110] 상기 소음 영향 인구수 계산부(150)는 60~65dB 범위에 거주하는 인구수에 도 5의 미에데마 곡선(Miedema curve)의 소음 노출 비율을 곱하고 두 비행 경로 시나리오에서 높은 수준의 소음에 영향을 받는 사람의 수를 계산할 수 있다. 그 결과는 [표 1]과 같다.

표 1

시나리오	비즈니스 우선 시나리오	소음 우선 시나리오
	인구수	
	249,505명	57,594명
	높은 수준의 소음에 영향을 받는 비율(%)	
	18%	
소음 수준	소음에 영향을 받는 인구수	
60 dB	44,910명	10,367명

- [0113] 그 결과, 소음 우선 시나리오의 경우에 소음에 영향을 받는 사람의 수가 비즈니스 우선 시나리오에 비해 약 76.9% 감소한 것을 알 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)의 비행 경로 결정부(160)는 상기한 과정을 거쳐 소음에 영향을 받는 인구수가 적은 소음 우선 시나리오에 따른 비행 경로를 최적의 경로 결정하게 된다.
- [0114] 이상에서 설명된 시스템은 하드웨어 구성 요소, 소프트웨어 구성 요소, 및/또는 하드웨어 구성 요소 및 소프트웨어 구성 요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 시스템 및 구성 요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0115] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로

(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0116] 한편, 도 11에는 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)을 이용하여 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음을 분석하는 방법을 설명하는 순서도가 도시되어 있다.

[0117] 도 11을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 방법은, 비행 경로에 대한 소음 지도를 생성하는 단계(1100), 소음 수준별 폭을 도출하는 단계(1200), 비행 경로가 지나는 행정구역을 모델링 하는 단계(1300), 행정구역에 대해 소음 영향 인구수를 계산하는 단계(1400) 및 비행 경로를 결정하는 단계(1500)를 포함할 수 있다.

[0118] 상기의 각 단계들은 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)의 소음 지도 생성부(120), 소음 수준별 폭 도출부(130), 행정구역 모델링부(140), 소음 영향 인구수 계산부(150) 및 비행 경로 결정부(160)에 의해서 수행될 수 있다.

[0119] 본 발명의 일 실시예에 따른 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 방법의 각 단계에 관한 설명은 본 발명의 일 실시예에 따른 소음 분석 시스템(100)에서 한 설명과 유사하거나 동일하므로 반복적인 설명은 생략한다.

[0120] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CDROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

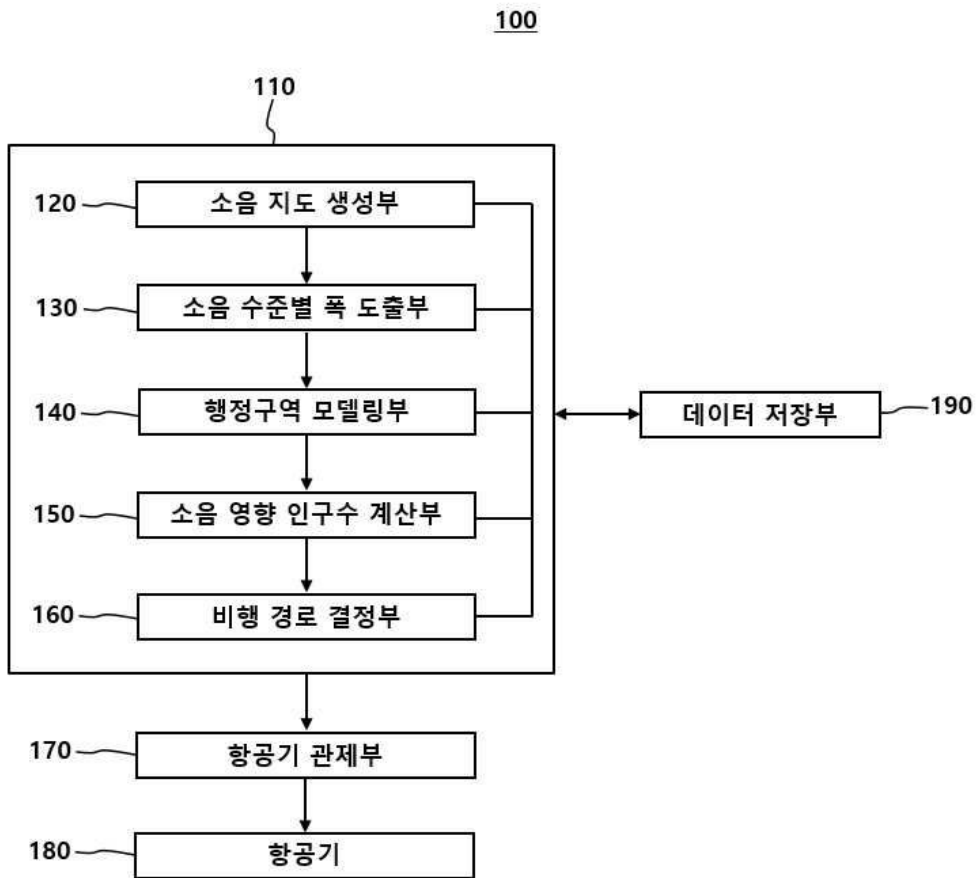
[0121] 이상과 같이 본 발명의 일 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

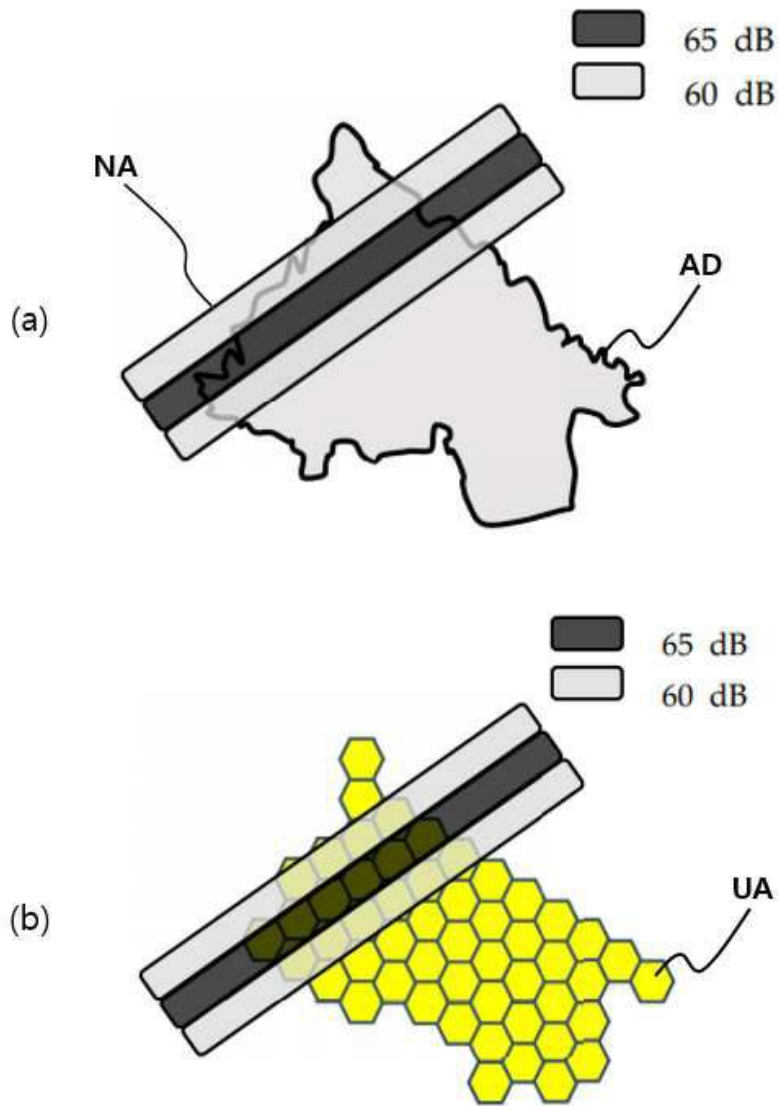
[0122] 100: 도심항공 모빌리티 비행 경로 소음 분석 시스템
110: 소음 영향 분석 유닛 120: 소음 지도 생성부
130: 소음 수준별 폭 도출부 140: 행정구역 모델링부
150: 소음 영향 인구수 계산부 160: 비행 경로 결정부
170: 항공기 관제부 180: 항공기
190: 데이터 저장부

도면

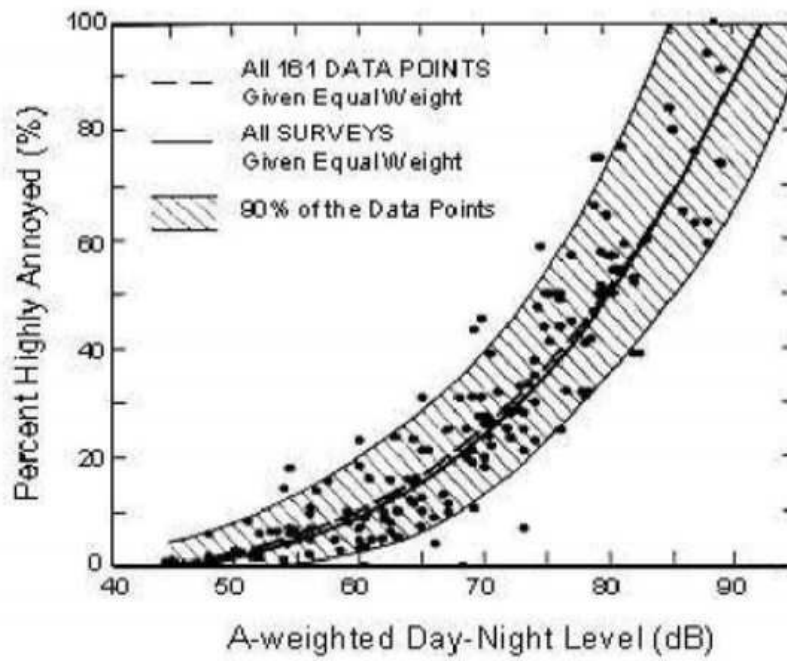
도면1



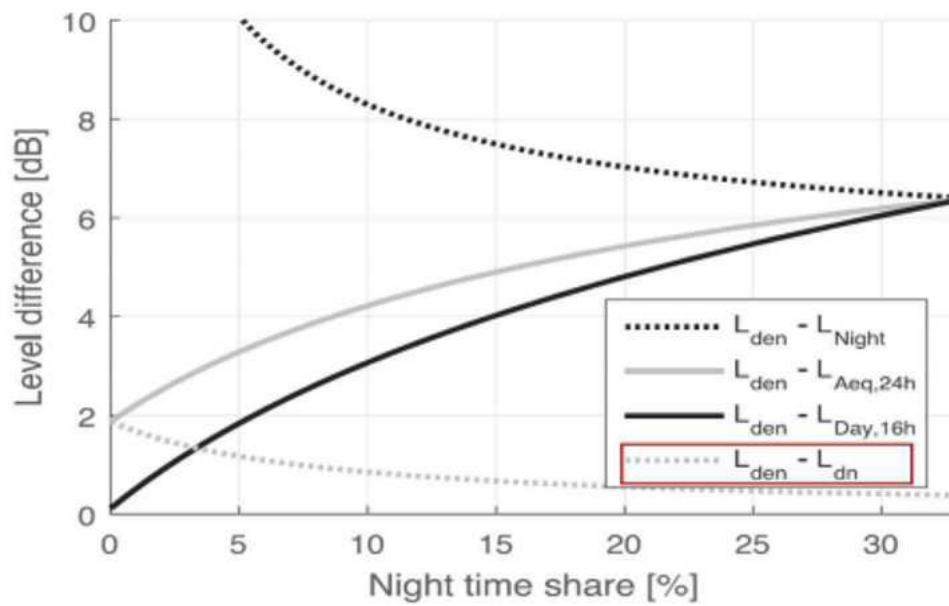
도면2



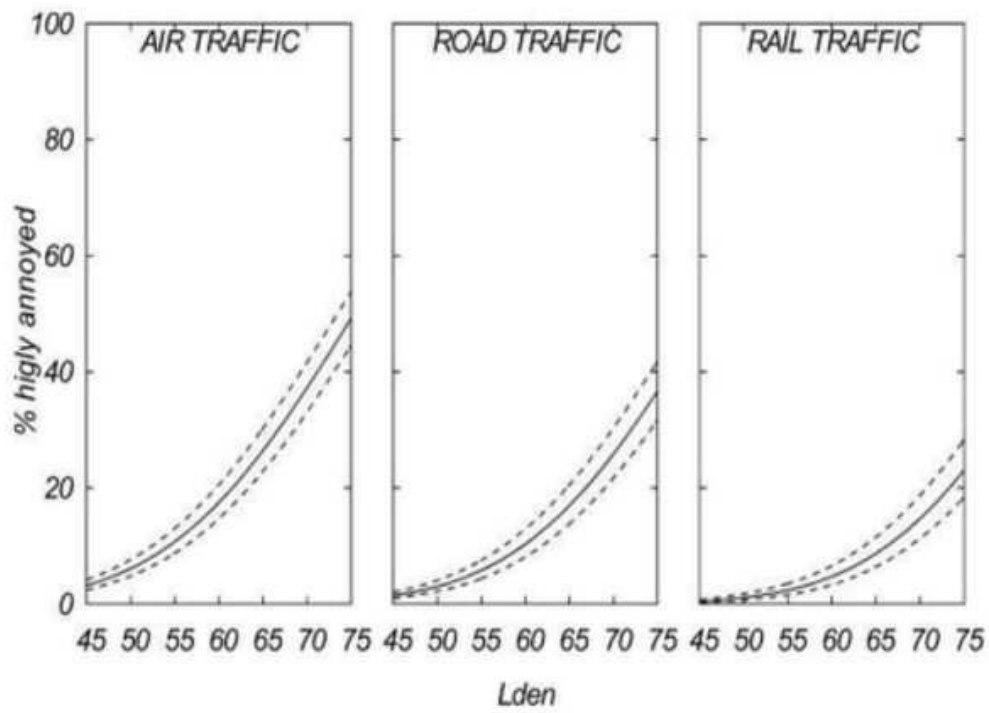
도면3



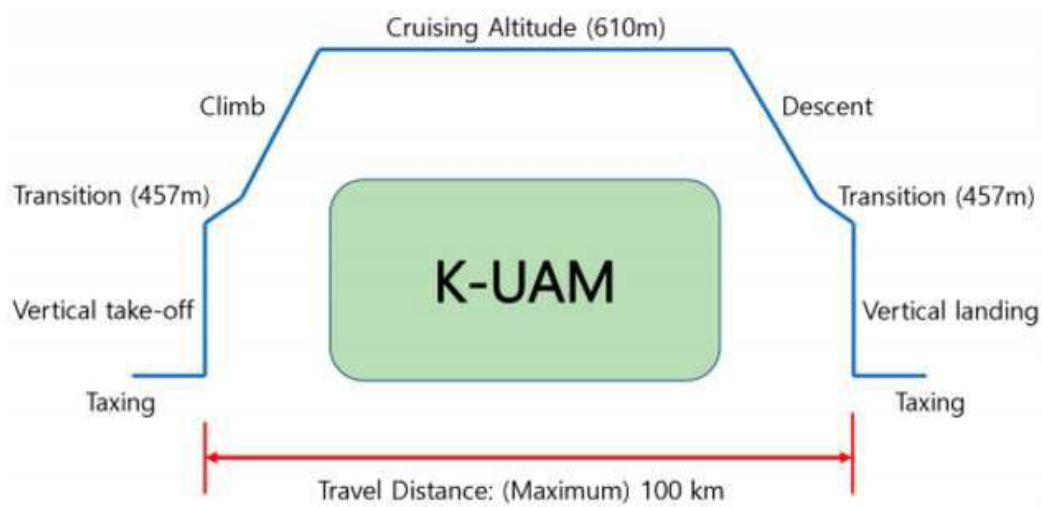
도면4



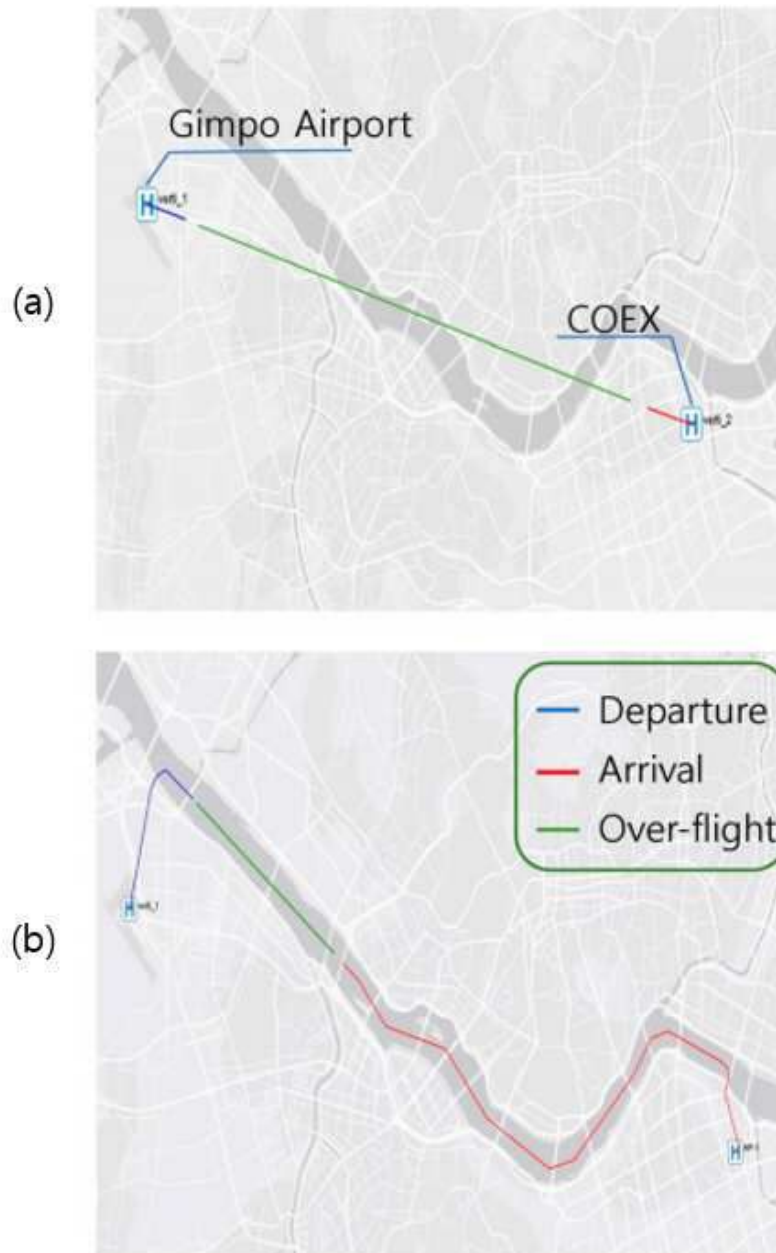
도면5



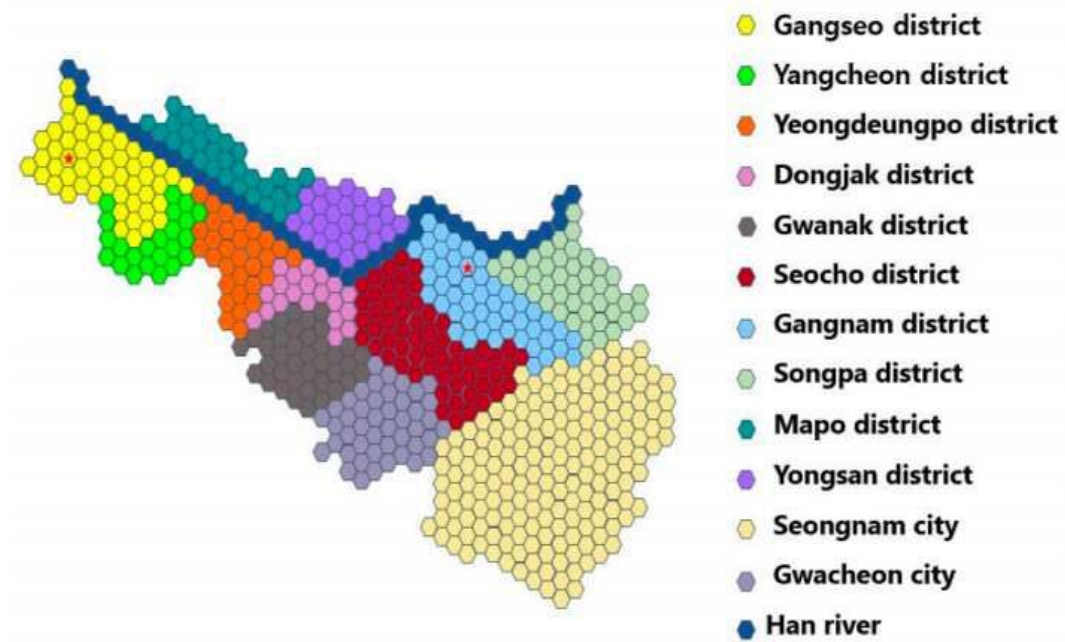
도면6



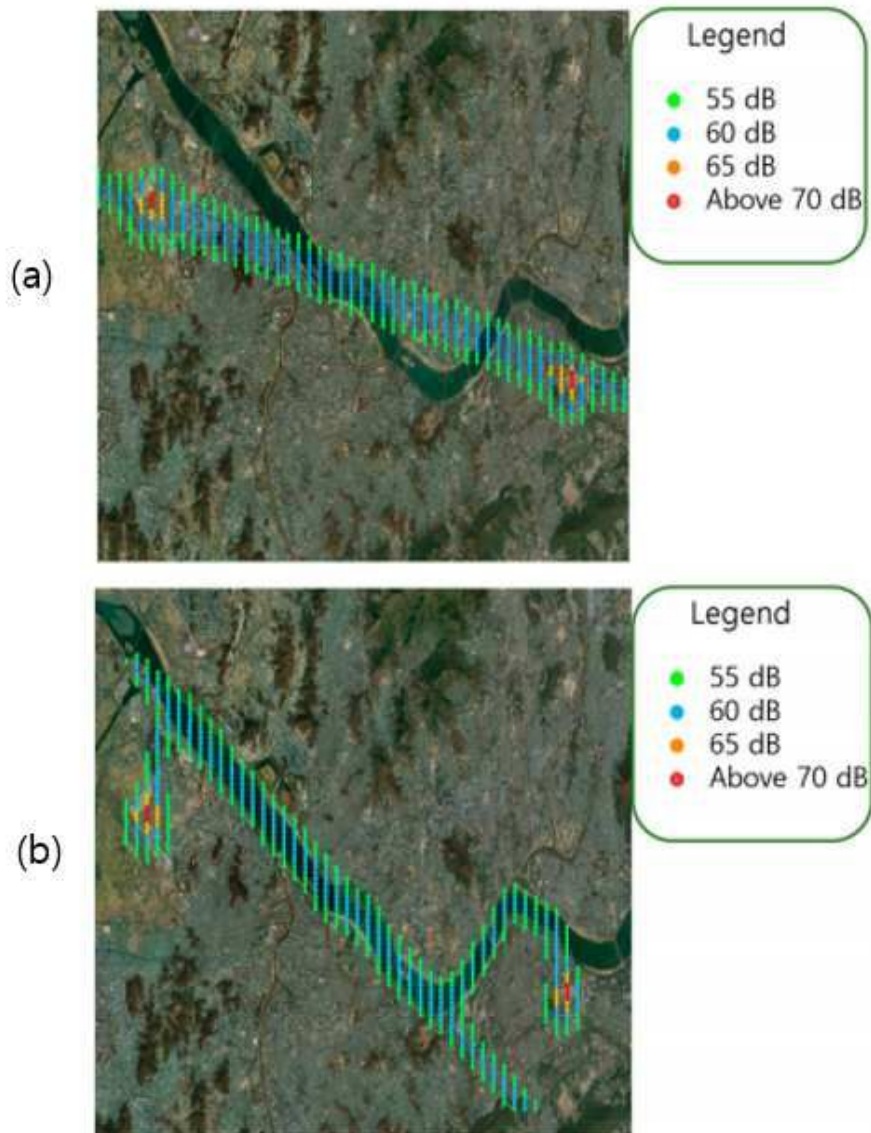
도면7



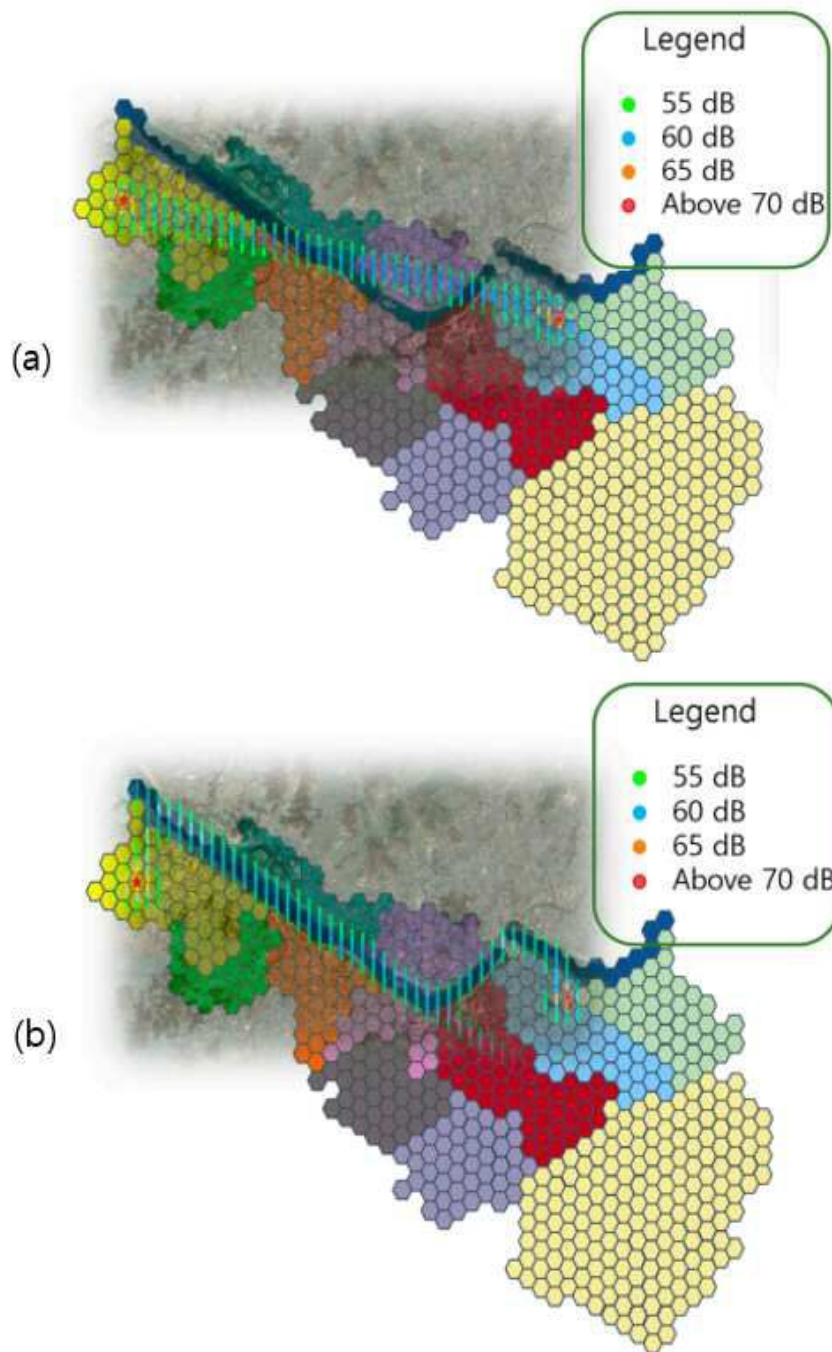
도면8



도면9



도면10



도면11

