

Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2025.33.2.001>
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

산이 많은 부산의 도심항공교통을 위한 단일 동적 회랑 생성 알고리즘

노기문*, 이성호*, 권준수*, 박지훈*, 이대우**

Development of a Single Dynamic Corridor Generation Algorithm for Urban Air Mobility in Mountainous Busan

GeeMoon Noh*, SungHo Lee*, JunSoo Kwon*, JiHoon Park*, DaeWoo Lee**

ABSTRACT

Urban Air Mobility (UAM) is emerging as a solution to urban transportation issues, and Korea is advancing UAM development through the K-UAM roadmap. This study proposes a single dynamic corridor generation algorithm as a core technology for real-time traffic management. Using the A* algorithm and DEM-based grid terrain data, optimal flight corridors were generated between Vertiports in Busan. A risk map with terrain-based weights was applied to guide corridor formation away from urban areas toward mountains or seas. Simulation results confirmed the system's ability to flexibly adapt to environmental characteristics. However, increased computation time was observed with longer distances and higher terrain complexity. Future research will focus on improving system realism by integrating factors such as population density, weather, and urban airflow effects.

Key Words : A* Algorithm(A* 알고리즘), Dynamic Corridor Network(동적 회랑망), Grid-based Terrain Data(Grid 기반 지형 정보), Urban Air Mobility(UAM, 도심항공교통)

1. 서 론

전 세계적인 인구 증가와 도시화의 가속화는 도시 내 인구 과밀, 교통 혼잡, 대기 오염 등 다양한 문제를 초래하고 있다. 이러한 도시 문제를 해결하기 위해 효율적인 교통수단과 첨단 기술 기반의 접근 방식이 지속적으로 제안되고 있으며, 그중 도심항공교통(urban air mobility, UAM)은 차세대 도심 교통 문제의 유력한 해결책으로 주목받고 있다. UAM은 전기 수직 이착륙

기(eVTOL)를 활용하여 도심 내 교통 혼잡을 완화하고 이동 시간을 단축하며, 친환경적 교통수단을 제공하는 것을 목표로 한다. 한국 또한 이러한 글로벌 동향에 발맞추어 국토교통부를 중심으로 한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵을 수립하였다. 'K-UAM 운용개념서 1.0'에 따르면, 한국은 도입 초기(2025년~)를 시작으로 성장기(2030년~), 성숙기(2035년~)에 이르는 단계적 발전을 계획하고 있다. 특히 성숙기에는 완전 자동화 운용 및 동적 회랑망(dynamic corridor network)의 구현이 예정되어 있으며, 이는 기존 항공교통 체계와의 조화를 이루는 동시에 도심 내 UAM 운용의 안전성과 효율성을 극대화하는 데 중점을 두고 있다[1].

Received: 24. Mar. 2025, Revised: 02. Apr. 2025,
Accepted: 07. May. 2025

*부산대학교 항공우주공학과 대학원

**부산대학교 항공우주공학과(교수)

연락처 E-mail : baenggi@pusan.ac.kr

연락처 주소 : 부산광역시 금정구 부산학로 63번길 2

1.1 관련 연구

최근 UAM(urban air mobility)의 효율적이고 안전한 도심 운송을 위한 기술적 및 운영적 연구가 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다. 특히 비행 경로 탐색, 실시간 경로 관리, 충돌 회피 시스템, 소음 저감, 기상 데이터 통합 등 다양한 핵심 기술이 UAM 운송을 위한 필수 요소로 주목받고 있으며, 이러한 연구들은 실질적인 UAM 구현과 운용 기반 마련에 중점을 두고 있다. 이 중에서도 비행 경로의 생성 및 관리는 UAM 운용에서 가장 핵심적인 과제로 간주된다. 기존 연구들은 위험 요소 평가, 환경 적응성 등의 요소를 반영한 경로 설계 방안을 제시하고 있으며, 관련 기술 개발이 활발히 이루어지고 있다.

예를 들어, Environmental Research and Consultancy Department의 연구[2]에서는 항공기 소음 민감도를 반영한 경로 생성 기법이 제안되었고, NASA (National Aeronautics and Space Administration)의 지원을 받은 Reiche 등의 연구[3]에서는 기상 변화가 경로 생성에 미치는 영향을 분석하였다.

또한 Autonomous Systems Lab의 Oettershagen 등[4]은 도심 환경에서의 실시간 3차원 풍속 예측을 통한 경로 탐색 최적화를 시도하였다. 국내 사례로는, 항공안전기술원의 Namgung 등[5]이 SORA 모델을 기반으로 김포-잠실 회랑에 대한 위험도 평가 및 법적·시스템적 완화 조치를 제안하였고, 한국항공대학교의 Kim[6]은 한강 회랑과 주변 장애물 간 충돌 위험을 고려한 Buffer Zone 설정 기법을 제시하였다. 또한 서울대학교의 So 등[7]은 소음을 고려한 경로 설계 방안을 연구하였다.

본 연구에서는 이러한 요소들을 반영하여 A* 알고리즘 기반의 회랑 생성 방식을 적용한다. A* 알고리즘은 휴리스틱 기반의 최적 경로 탐색 기법으로 다양한 응용 분야에서 활용되고 있으며, 특히 Yang 등[8]은 3차원 환경에서의 로봇 경로 탐색 알고리즘을 분석하여 UAV 운용 가능성을 확장하였다. 이는 복잡한 도심 지형에서 최적 경로 생성을 위한 기술적 기반을 제공한다.

1.2 제안 시스템

본 연구는 동적 회랑망(dynamic corridor network)의 단일 회랑 생성 방식을 다루는 기초 연구로서, 실시간 환경 변화에 반응하는 동적 회랑망 개발을 위한 초기 단계로 설계되었다. 특히, 본 연구는 부산 지역의 지리적 특성을 고려하여 UAM 운용에 적합한

회랑 생성 알고리즘을 제안함으로써 기존 연구와의 차별화된 기여를 지닌다. 부산은 전체 면적의 약 45%가 산악 지형으로 구성되어 있으며, 동쪽과 남쪽이 해안과 접하고, 하천 및 평지에 인구가 밀집해 있는 등 복합적인 지리·도시 구조적 특성을 지닌 지역이다.

이러한 지역적 특성을 반영하여, 본 연구는 A* 알고리즘과 지상 위험도 맵을 기반으로 한 단일 회랑 생성 기법을 제안한다. 고도 중심의 지형 장애물 생성 방식과 지형적 특성을 반영하기 위해 수치표고모델(DEM: digital elevation model) 데이터를 활용하여 지역 지형 정보를 Grid 형태로 변환하고, 지상 위험 요소를 반영한 가중치를 적용함으로써 단일 회랑의 효율성과 안정성을 확보한다. 본 연구는 단일 회랑 생성 방식의 분석을 통해, 향후 실시간 동적 시스템(real-time dynamic system) 개발에 적용 가능한 설계 요소를 도출하고자 한다.

향후 본 연구 결과를 바탕으로 동적 회랑망 전체 시스템 개발 및 실시간성이 반영된 시스템을 제안하고자 하며 시뮬레이션을 통해 이를 검증할 예정이다.

II. 본 론

2.1 UAM 동적 회랑망 시스템

2.1.1 동적 회랑망 시스템

회랑망 시스템은 UAM 운용의 핵심 구성 요소 중 하나로, 도심 내에서 UAM이 비행 가능한 경로를 설정하고 이를 효율적으로 관리하는 역할을 수행한다. 기존의 고정형 회랑망은 미리 정의된 항로를 따라 운항하도록 설계되어 있어, 다양한 환경 변화나 수요에 유연하게 대응하기 어렵고, 이에 따라 운영의 비효율성과 제한성이 발생할 수 있다.

이에 반해, 동적 회랑망 시스템은 UAM 서비스 호출 시 두 Vertiport 간 최적 경로를 실시간으로 탐색하고, 회랑을 생성하는 방식으로 고정형 항로의 한계를 보완한다. 동적 회랑망은 기상 변화, 장애물 출현, 공역 혼잡도 등 다양한 환경 요인을 반영하여 비행경로를 동적으로 생성 및 수정함으로써 운용 효율성과 안전성을 동시에 확보할 수 있는 장점을 가진다.

본 연구에서는 Fig. 1과 같이 UAM 동적 회랑망 생성 시스템을 제안하며 회색으로 표시된 단일 회랑 생성 단계를 구현하고, 해당 결과를 분석한다. 제안된 시

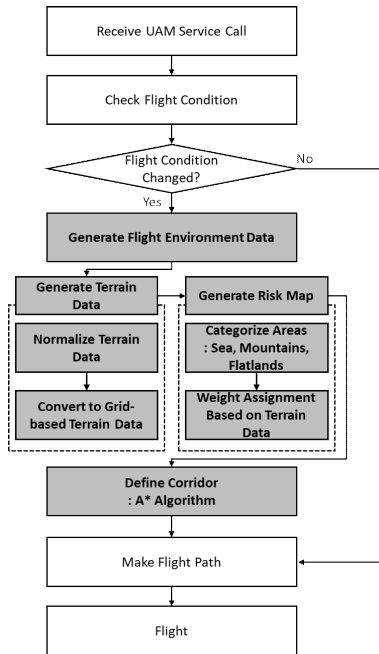


Fig. 1. UAM dynamic corridor system

시스템은 운용 환경을 사전에 Grid 형태로 구성하고, Vertiport, 건물, 비행 금지 구역(예: 군사 구역, 기상 제한 지역) 등의 장애물을 정의한다. 이후, UAM 서비스 호출이 발생하면 A* 알고리즘을 활용하여 실시간으로 최적 경로를 탐색하고 회랑을 생성한다. 생성된 회랑은 환경 변화가 발생하지 않는 한 반복적으로 사용되며, 비행 환경이 변화하여 기존 경로에 영향을 줄 경우, 시스템은 새로운 환경 정보를 반영하여 회랑을 재구성한다.

2.1.2 A* 알고리즘 기반 회랑 생성

A* 알고리즘은 출발지에서 도착지까지의 최적 경로를 탐색하기 위해 Grid 기반의 맵에서 인접한 Grid를 연결하며, 경로를 생성하는 탐색 알고리즘으로 휴리스틱 정보를 활용한 깊이 우선 탐색 기법의 일종이다[9]. 이 알고리즘은 탐색 과정에서 각 Grid의 거리 비용을 계산하고, 누적 이동 거리와 예상 거리의 합을 기반으로 가장 효율적인 경로를 선택함으로써 주어진 환경 내에서 최적 경로를 보장하는 특성을 지닌다. A* 알고리즘의 경로 탐색은 식 (1)에 제시된 방정식을 기반으로 수행된다.

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad (1)$$

식 (1)에서 $g(n)$ 은 출발점에서 현재 노드 n 까지의 이동한 거리를 의미하며 $h(n)$ 은 현재 노드 n 에서 도착점까지의 예상 거리를 나타낸다. 이때 $g(n)$ 과 $h(n)$ 의 합을 총 경로 비용, $f(n)$ 으로 정의한다. 본 연구에서 $h(n)$ 은 공중에 장애물이 많지 않은 UAM 운용 환경임을 감안하여 둘 사이의 유클리드 거리를 사용한다. 추후 연구에는 UAM의 기동 특성을 반영한 연료의 소모율을 $h(n)$ 에 적용하여 현실적인 휴리스틱 값을 사용할 예정이다.

본 연구에서는 3차원으로 확장된 A* 알고리즘을 활용하여 동적 회랑을 생성한다. 비행 환경 내의 다양한 요소들은 Grid 기반의 장애물로 정의되며, 이러한 요소들을 경로 탐색 과정에 반영함으로써 최적 경로를 도출한다. 예를 들어, Fig. 2의 과정과 같이 건물, 비행 금지 구역, 고도 제한 등의 요소를 장애물로 설정하고, 이를 회피하는 경로를 생성함으로써 비행의 안정성과 효율성을 동시에 확보할 수 있다. 나아가, 동적 회랑 생성 과정에 실시간 데이터를 결합할 경우, 변화하는 환경에 보다 유연하게 대응할 수 있어 UAM의 실질적 운용 가능성을 크게 향상시킬 수 있다.

2.2 Grid 기반 지형 데이터 생성

2.2.1 지형 정보 전처리 과정

본 연구에서는 A* 알고리즘에 적용할 지형 장애물 정보를 국토지리원에서 제공하는 DEM 데이터를 활용하여 구축한다. 해당 DEM 데이터는 구 단위로 제공되

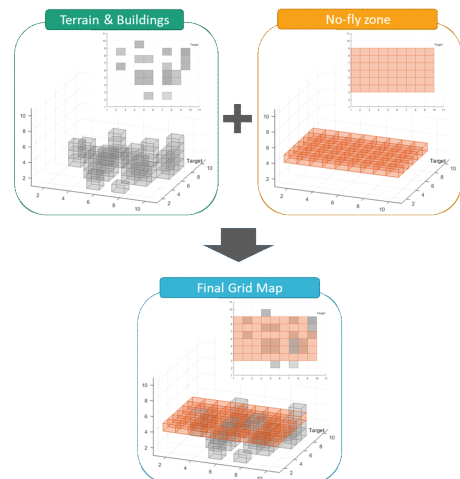


Fig. 2. Flight environment generation process

며, 부산시 전체 지역의 지형 맵을 구성하기 위해서는 개별 데이터를 통합하는 전처리 과정이 요구된다. DEM은 UTM(universal transverse mercator) 좌표계를 기반으로 하며, X, Y 좌표 및 이에 대응하는 고도값 Z로 구성된 XYZ 형태의 데이터를 포함한다.

그러나 단순히 개별 구 단위 데이터를 병합할 경우 두 가지 주요 문제가 발생한다. 첫째, 각 구 간에 일부 중첩 영역이 존재하여 데이터 중복이 발생하며, 둘째, 동일한 간격으로 구성된 DEM 데이터 간 기준점이 상이하여 병합 시 중첩 구간에서 고도 정보가 과도하게 밀집되는 데이터 불균형 현상이 나타난다. 이를 해결하기 위해, 본 연구에서는 Fig. 3과 같이 DEM 데이터를 보간하여 X, Y 좌표를 균일한 간격으로 정렬하고, 이에 상응하는 Z값을 재계산하는 과정을 수행한다. 그 결과, Fig. 4와 같이 공간적으로 균일한 분포를 갖는 XYZ 형태의 DEM 데이터를 생성할 수 있으며, 이는 이후 경로 탐색에 있어 지형 장애물 정보의 정확성과 일관성을 확보하는 데 기여한다.

이후 단계에서는 전처리된 지형 데이터를 기반으로 Grid 형태의 지형 장애물 맵을 생성한다. 먼저, Fig. 4

와 같이 보간을 통해 균일화된 지형 데이터를 정규화하여 Grid 단위로 나누는 작업을 수행한다. 이 과정에서 표고 데이터가 존재하지 않거나 행정구역 외부에 해당하는 영역은 고도값을 0으로 설정하여, Fig. 5와 같이 연속적이고 결손이 없는 형태의 지형 데이터를 구성한다. 이후, 완전한 형태의 지형 데이터를 바탕으로 Grid 맵을 생성하는 단계가 진행된다. 먼저, 전체 지형 데이터를 일정 간격으로 X-Y 평면상에 Grid로 분할한 후, 각 Grid 셀 내에서 가장 높은 고도값을 추출한다. 추출된 최대 고도값을 기준으로, 해당 고도 이하의 공간을 모두 장애물로 간주하여 3차원 Grid 상에 반영한다. 이와 같은 방식으로 생성된 최종 지형 Grid 맵은 Fig. 6에 제시되어 있으며, 이는 이후 A* 알고리즘 기반 경로 탐색에 활용된다.

2.2.2 지상 위험도 맵 생성

본 연구에서는 UAM(urban air mobility) 운용 시 지형 외에도 지상의 위험 요인을 반영할 수 있도록 지상 위험도 맵을 구현하였다. UAM의 운항 경로 선정에

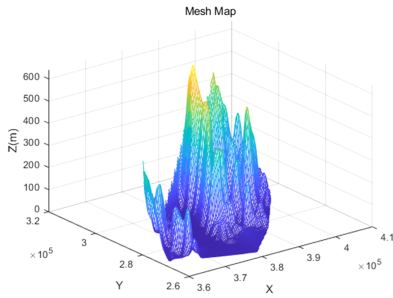


Fig. 3. Data interpolation

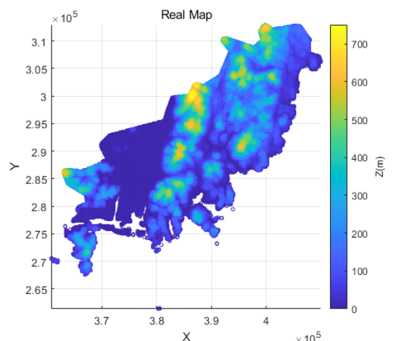


Fig. 4. Evenly spaced DEM map

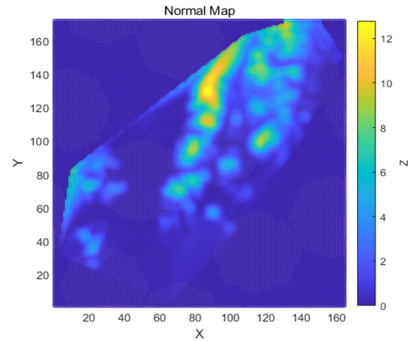


Fig. 5. Filled normalized map

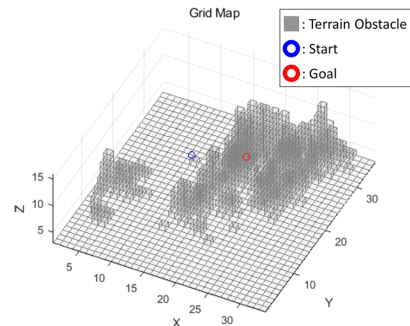


Fig. 6. Terrain grid map

는 추락 시 잠재적 피해, 인구 밀도, 소음 민감도 등의 요소가 직접적인 영향을 미치며, 이를 고려하여 A* 알고리즘 상에서 해당 지역의 선택 가능성을 제한할 필요가 있다. 본 연구에서는 Fig. 7과 같이 부산 지역의 지형을 바다, 산, 평지로 구분하였으며, Fig. 8에 제시된 구별 인구 분포를 기반으로 평지를 포함한 지역(부산진구, 동래구, 남구 등) 혹은 강 또는 바다를 포함한 지역(해운대구, 북구 등)에 인구가 많기에 평지를 도심으로 분류하였다. 아울러 Fig. 7에 표시된 붉은색 영역은 부산 외부 지역으로, 경로 탐색에서 제외하였다. 지형별로 추가적인 비용(cost)을 부여함으로써 경로 선택 확률을 조정하였으며, 이는 추락 시 특정 지역으로의 유도를 가능하게 하거나, 소음 또는 계절풍 등 외부 요인으로 인해 특정 지역을 회피하도록 설계할 수 있다. 본 연구에서는 도심 지역을 피하고 산지 또는 해상으로 경로가 유도되도록 위험도를 반영하였으며, 지형별 Cost 적용 유무에 따른 경로 선택 결과를 비교분석

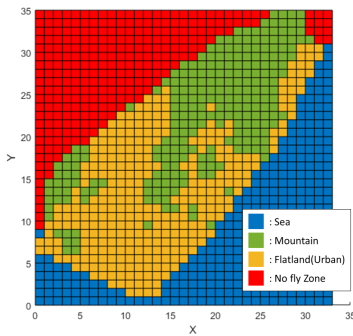


Fig. 7. Rick map for corridor

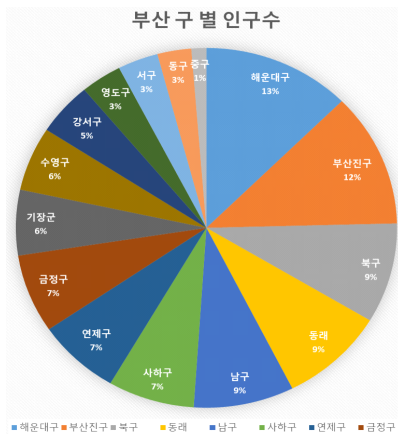


Fig. 8. Population by Busan district

하였다.

2.3 동적 회랑망 시뮬레이션

2.3.1 시뮬레이션 환경 구성

환경 구성은 2.1.1절에서 설명한 바와 같이, 비행 환경을 장애물 기반의 Grid 형태로 모델링하고, 출발 지 및 도착지로 사용할 Vertiport를 지정하는 방식으로 설계하였다. 대표적인 UAM 기체의 폭은 Table 1에 정리된 바와 같이 평균 10m로 확인되며, 이에 안전한 항 및 회피 기동을 고려하여 약 100m의 운항 폭으로 선정한다. 추가로 동일 회랑 내 복수 기체의 동시 운용을 감안하여, 회랑의 최대 폭은 약 300m로 설정하였다. 이러한 기준을 바탕으로 본 연구에서는 Grid의 단위 크기를 300m × 300m × 50m로 최종 결정하였다.

고도 설정은 'K-UAM 운용개념서 1.0[1]'의 내용을 기반으로, UAM 운용고도를 최대 450m로 제한함으로써 수직 이동에 따른 안전성을 확보하였다. 이후 A* 알고리즘을 활용하여 도출된 경로를 바탕으로 단일 동적 회랑을 생성하였다. 시뮬레이션은 Fig. 9에 제시된 바와 같이 부산시 내 5개 지역(서면, 부산대학교, 노포

Table 1. Representative UAM specifications

Model	Max. width	Lengh
Volocopter 2X	Approx. 7.5 m	Approx. 2.5 m
Joby S4	Approx. 12 m	Approx. 9 m
Supernal SA-1 (Hyundai)	Approx. 12 m	Approx. 8 m
EHang 216	Approx. 5.6 m	Approx. 5.6 m

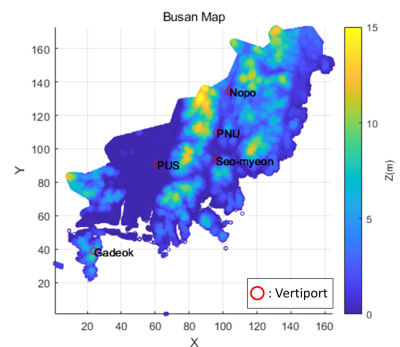


Fig. 9. Busan map for simulation

터미널, 가덕도, 김해공항)을 대상으로 수행되었으며 Vertiport에 대한 세부 정보는 Table 2에 정리하였다.

첫 번째 시뮬레이션은 지상 위험도 맵을 적용하지 않은 기본 조건에서 수행되었으며, 회랑 생성 알고리즘의 기본 성능을 평가하는 데 목적이 있다. 경로 비용 비교를 위해 비교 기준은 네이버 지도에서 제공하는 자동차 운행 거리로 설정하였다. 네이버 지도는 Dijkstra 또는 A* 알고리즘 기반의 경로 탐색 방식을 적용하여 도로망에서 최적 경로를 산출하므로, 현실적인 비교 기준으로 적합하다.

두 번째 시뮬레이션에서는 지상 위험도 맵을 적용하여 경로 생성의 변화 양상을 분석하였다. 위험도가 반영되지 않은 경우와 다양한 위험도 가중치를 적용한 경우의 결과를 비교함으로써, 위험도 맵의 실질적 유용성을 평가하고자 하였다.

2.3.2 첫 번째 시뮬레이션 결과

각 시뮬레이션의 결과는 Fig. 10, Fig. 11 및 Table 3, Table 4에 제시되어 있다. Fig. 10과 Fig. 11에서는 지형 기반 Grid 맵(-1)에서 지형 장애물을 회피하며 생성된 회랑 경로를 시각적으로 확인할 수 있으며, 최종적으로 경로는 지형 정보가 반영된 형태(-2)로 시각화되었다.

10개 지점 간 경로를 연결한 결과, 계산 시간은 거리 비례에 따라 0.45초에서 6.20초 사이로 나타났으며, 평균 계산 시간은 약 1.83초로 측정되었다. 회랑 길이의 경우, 네이버 지도 기준의 실제 차량 주행 거리와 비교하였을 때 대부분 더 짧은 경향을 보였으나, 일부 구간에서는 차량 경로가 더 짧게 나타나기도 하였

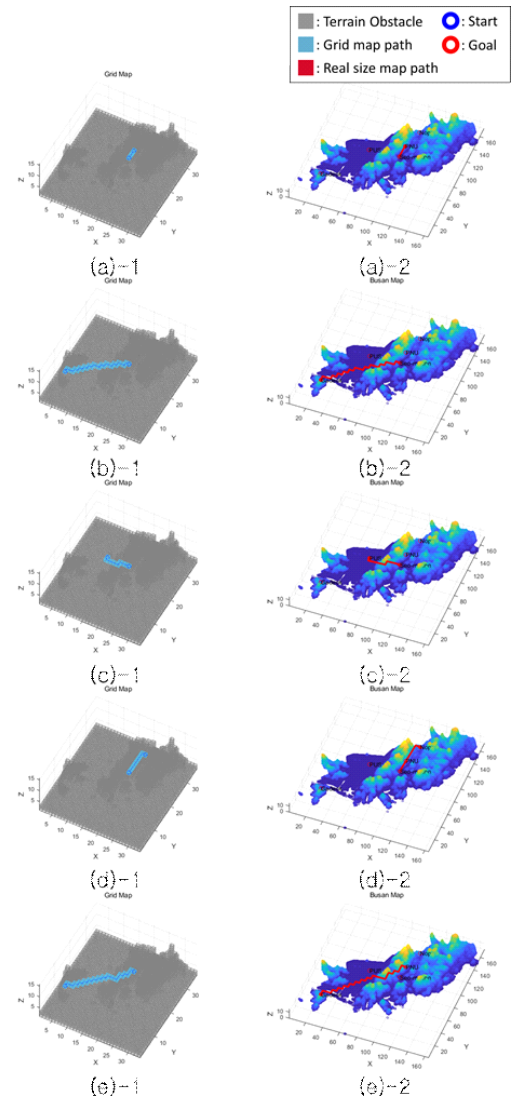


Fig. 10. Path result simulation – part 1

Table 2. List of vertiports

Vertiports			
	Locations	Vertiports	Position(X, Y)
A	Seomyeon	Seomyeon	(95.76, 93.21)
B	Pusan National Universe (PNU)	PNU	(96.25, 109.78)
C	Gadeok Airport	Gadeok	(23.77, 38.75)
D	Gimhae International Airport (IATA:PUS)	PUS	(61.01, 90.71)
E	Busan Central Bus Terminal (Nopo)	Nopo	(103.67, 134.53)

다. 이는 UAM이 산지를 회피하면서 상대적으로 긴 경로를 생성한 반면, 차량은 터널을 통해 보다 직선적인 이동이 가능했기 때문으로 해석된다. 또한, 맵 정규화 과정에서 발생하는 지형정보의 왜곡, 또는 시뮬레이션에서 사용한 Vertiport의 위치와 네이버 지도 기준 위치 간의 차이로 인해 발생한 편차일 가능성도 고려할 수 있다.

또한, UAM의 운용 고도를 고려하여 Vertiport 상공 450m까지 수직 상승하는 조건을 적용한 결과, 해당 고도에서 지형 장애물이 상대적으로 적고, A* 알고

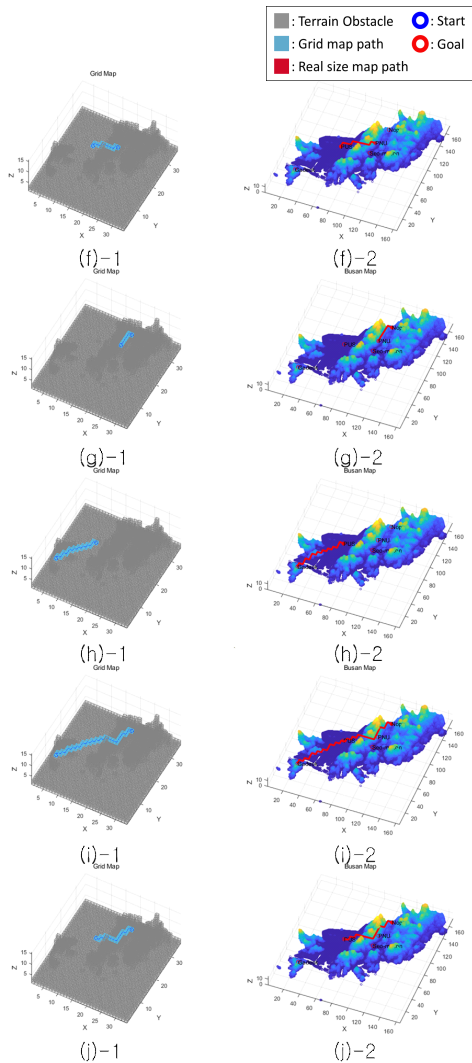


Fig. 11. Path result simulation - part 2

리즘의 최적 경로 탐색 특성과 맞물려 회랑 내 고도 변화가 거의 발생하지 않는 경향을 보였다.

반면, Fig. 12에 제시된 바와 같이 수직 상승 조건을 적용하지 않은 경우에는 지형 장애물을 회피하기 위해 고도 변화가 포함된 회랑이 생성되었으며, 이를 통해 3차원 경로계획의 필요성을 확인할 수 있었다.

2.3.3 두 번째 시뮬레이션 결과

두 번째 시뮬레이션은 경로 형상이 명확하게 나타나는 가덕도 - 부산대학교 구간(e)을 대상으로 수행되었으며, 경로 생성 결과는 Fig. 13, Fig. 14 및 Table 5에 정리하였다. 본 시뮬레이션은 두 가지 지상 위험도 맵

Table 3. Result of simulation-part 1

		(a) A-B	(b) A-C	(c) A-D	(d) A-E	(e) B-C
Path dist. (km)	UAM	5.02	38.47	13.51	14.02	43.31
	car	9	37	16	16	45

Table 4. Result of simulation-part 2

		(f) B-D	(g) B-E	(h) C-D	(i) C-E	(j) D-E
Path dist. (km)	UAM	15.5	9.13	27.69	52.66	25.04
	car	19	7	26	53	30

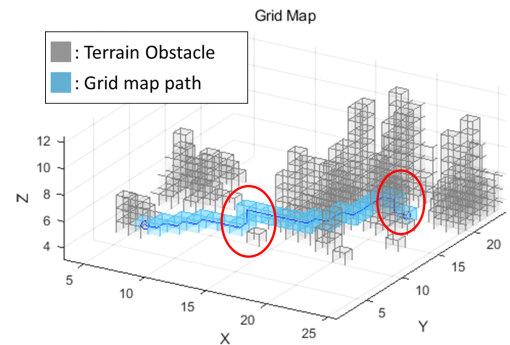


Fig. 12. A Simulation example of 3D path planning

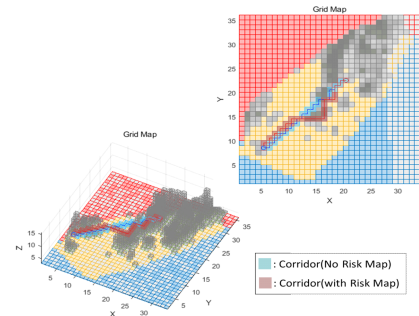


Fig. 13. Result of simulation with risk map (case 1)

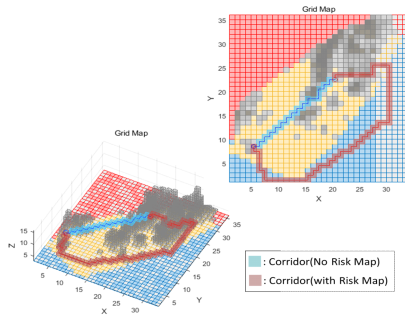


Fig. 14. Result of simulation with risk map (case 2)

Table 5. Result of simulation with risk map

Gadeok - PNU			
	No risk map	Risk map 1	
		Case 1	Case 2
Calculation time	4.85sec	4.08sec	5.48sec
Corridor distance	43.31km	43.31km	104.77km
Distance (car)	45km		

을 적용하여 진행되었으며, 각각의 결과는 위험도 맵이 적용되지 않은 기준 시나리오와 비교하여 분석하였다.

첫 번째 경우에는 지형별 가중치를 바다: 1, 산: 1.5, 평지(도심): 2로 설정하였다. 이는 도심 지역 상공의 비행을 회피하고, 상대적으로 위험도가 낮은 산지 또는 해상 경로를 우선적으로 선택하도록 유도하기 위함이다. 시뮬레이션 결과, 회랑이 통과하는 평지의 비율은 63%에서 53%로 감소하였고, 산지는 37%에서 47%로 증가하였다. 경로 길이는 기존과 동일하게 유지되었으며, 이를 통해 설정된 가중치가 경로 선택에 효과적으로 반영되었음을 확인할 수 있었다.

두 번째 경우에는 가중치를 바다: 1, 산: 4, 평지: 8로 설정하여, 우회하더라도 도심 지역보다 해상 경로를 우선 선택하도록 하였다. 그 결과, 회랑의 평지 통과 비율은 63%에서 8%로 크게 감소하였고, 산은 37%에서 22%로 감소하였으며, 바다는 0%에서 70%로 크게 증가하였다. 이와 같은 결과는 위험도 맵의 가중치 조정에 따라 사용자가 의도한 경로 유도 조건이 효과적으로 반영될 수 있음을 보여준다.

III. 결 론

본 연구는 다수의 UAM 기체를 자율적으로 운용하기 위한 실시간 교통관리 체계의 기반으로, 동적 회랑망 생성 알고리즘에 관한 기초 연구로 수행되었다. 특히 동적 회랑망 운용의 전 단계로서 단일 동적 회랑 생성을 위한 알고리즘 및 다양한 요소를 반영할 수 있는 시스템 구현을 목표로 하였다.

제안된 시스템은 A* 알고리즘을 기반으로 회랑을 생성하며, 이를 위해 DEM 데이터를 활용한 지형 기반 Grid 맵 생성 과정을 제시하였다. 또한, 지상 위험 요소를 반영할 수 있도록 지상 위험도 맵을 구현하고, 지형 유형에 따른 가중치 설정을 통해 회랑 경로를 사용자의 도에 맞게 유도할 수 있음을 확인하였다. 다만, 시뮬레이션 중 Vertiport 간 거리에 따라 계산 시간이 유의미하게 영향 받음을 확인하였으며, 이에 따라 연산 효율을 개선하기 위한 추가 연구의 필요성이 제기되었다.

향후 연구에서는 실시간 동적 회랑망 운용을 위한 통합 시스템 확장을 목표로, 단일 동적 회랑 생성을 구성하는 알고리즘의 병렬화 및 모듈화를 통해 계산 효율을 향상시킬 예정이다. 아울러, 인구 밀도 변화, 기상 상황, 동시에 운용 중인 다른 UAM 기체의 회랑 등 시간에 종속되는 다양한 환경 요소를 실시간으로 반영함으로써, 보다 정교하고 실용적인 실시간 회랑망 운용 시스템을 구현하고자 한다.

Acknowledgements

이 과제는 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음.

References

1. UAM Team Korea, K-UAM Concept of Operations 1.0, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2021.
2. Environmental Research and Consultancy Department, "Aircraft Noise and Annoyance: Recent findings", The Civil Aviation Authority, 2018.

3. Reiche, Colleen, Adam P. Cohen., and Chris Fernando. "An initial assessment of the potential weather barriers of urban air mobility", *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22(9), 2021, pp.6018-6027.
4. Oettershagen, Philipp, et al., "Towards fully environment-aware UAVs: Real-time path planning with online 3D wind field prediction in complex terrain", *arXiv preprint arXiv:1712.03608*, 2017.
5. Namgung, P, Eom, J, Lee, S and Kwon, H., "A study on the operational risk assessment of cargo transport Korean urban air mobility(K-UAM) trial operation corridor applying SORA model", *The Korean NAVigation Institute*, 26(3), 2022, pp.125-135.
6. Kim, D and Lee, K., "Surveillance-based risk assessment model between urban air mobility and obstacles", *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics* 30(3), 2022, pp.19-27.
7. So, M., and Hwang, H., "Noise priority route generation and noise analysis for the operation of urban air mobility considering population distribution", *Journal of Advanced Navigation Technology*, 24(5), 2020, pp.348-357.
8. Yang, Liang, et al., "Survey of robot 3D path planning algorithms", *Journal of Control Science and Engineering* 2016, 2016, pp.5.
9. Russell, Stuart J.; Norvig, Peter, "Artificial Intelligence a Modern Approach (4th ed.)", Boston: Pearson, 2018.
10. Lee, Y. J., et al., "Flight routes establishment through the operational concept analysis of urban air mobility system", *Journal of the Korean Society for Aeronautical & Space Sciences* 48(12), 2020, pp.1021-1031.