



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0072506
(43) 공개일자 2024년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B64D 45/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류
B64D 45/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0154159

(22) 출원일자 2022년11월17일

심사청구일자 2022년11월17일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

이학태

경기도 수원시 장안구 화산로 85(천천동, 천천푸르지오 아파트)119-1302

한성민

경기도 부천시 송내대로27번길 78(송내동) 3층

박배선

경기도 수원시 영통구 광고호수공원로 277(원천동, 광고중흥에스클래스)

(74) 대리인

특허법인아이디스

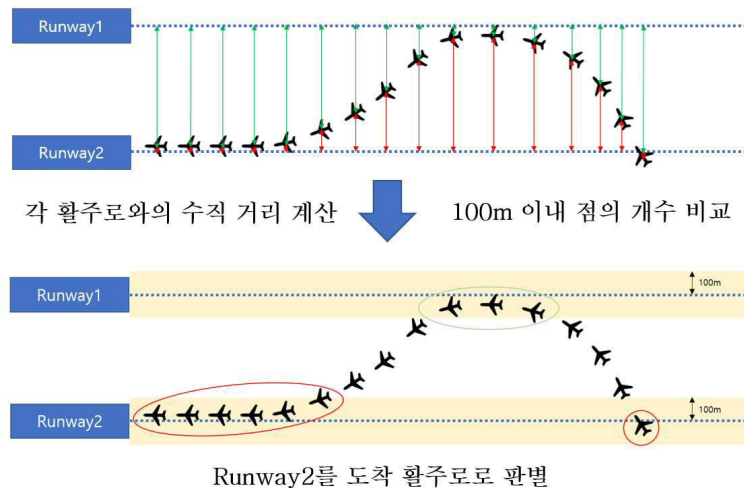
전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 발명의 명칭 ADS-B 데이터를 이용한 활주로 판별방법

(57) 요약

본 발명은, ADS-B 데이터를 이용한 활주로 판별방법에 관한 것으로서, ADS-B 데이터를 이용하여 공항으로부터 12 nmi 이내의 궤적점을 추출하는 제1 단계; 보간법을 이용하여 상기 궤적점들을 1초 간격 궤적점들로 변환하는 제2 단계; 제2 단계의 궤적점들 중 각 활주로 연장선의 일정 좌우폭 내에 존재하는 궤적점의 수를 각 활주로별로 구하는 제3 단계; 제3 단계에서 구한 궤적점의 수가 가장 많은 활주로를 착륙 활주로로 판별하는 제4단계; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도5



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615012803
과제번호	158275
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	빅데이터기반항공안전관리 · 보안인증기술개발사업
연구과제명	빅데이터 기반 항공안전관리 기술개발 및 플랫폼 구축
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(사단)항공우주산업융합원
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

ADS-B 데이터를 이용하여 공항으로부터 12 nmi 이내의 궤적점을 추출하는 제1 단계;

보간법을 이용하여 상기 궤적점들을 1초 간격 궤적점들로 변환하는 제2 단계;

제2 단계의 궤적점들 중 각 활주로 연장선의 일정 좌우폭 내에 존재하는 궤적점의 수를 각 활주로별로 구하는 제3 단계;

제3 단계에서 구한 궤적점의 수가 가장 많은 활주로를 착륙 활주로로 판별하는 제4단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 ADS-B 데이터를 이용한 활주로 판별방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

제3 단계에서, 제2 단계의 궤적점들 중 각 활주로 연장선의 일정 좌우폭 내에 존재하는 궤적점의 수를 각 활주로별로 구할 때, 궤적점의 좌표는 항적과 활주로를 수평 평면위에 투영한 좌표를 이용하는 것을 특징으로 하는 ADS-B 데이터를 이용한 활주로 판별방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 ADS-B 데이터를 이용한 활주로 판별방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, ADS-B 데이터를 이용하여 비행기가 실제로 착륙한 활주로를 판별하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 항공기의 안전사고 예방, 효율적 관제 등을 위해 항공 데이터를 취득할 필요가 있다.
- [0003] 항공사들은 FDR(Flight Data Record) 데이터, FOQA(Flight Operation Quality Assurance) 데이터 등을 보유하고 있고 그 데이터를 이용하여 자체적으로 연구하고 있으나, 항공사들이 그 데이터를 공개하지는 않기 때문에 연구자들은 그 데이터를 확보하기가 어렵다.
- [0004] ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)는 GPS와 특정 주파수 전송 링크를 이용하여 항공기 정보를 일정 주기마다 자동으로 방송하는 항공기 감시체계인데, ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) 데이터는 비교적 확보하기 쉬운 데이터이다.
- [0005] 따라서 ADS-B 데이터를 이용하여 항공데이터를 얻는 여러 기술이 개발되었다.
- [0006] 특허문헌 1은 그러한 기술의 예이다. 특허문헌 1은 ADS-B와 영상정보를 이용한 무인항공기의 자동 착륙유도 제어 방법에 관한 것으로, 무인항공기 및 착륙지점 간의 ADS-B의 통신을 이용하여 고정형뿐만 아니라 이동성 있는 착륙지점에 관한 무인항공기의 유도가 가능하고, 카메라가 표적을 놓친 경우에도 표적 근처를 향해 무인비행기의 재유도가 가능하며, ADS-B장비뿐만 아니라 카메라 영상정보 및 조화데이터 정보를 이용함에 따라 무인항공기 자동 착륙 시스템에 관한 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0007] 그러나 특허문헌 1에서는, ADS-B 데이터를 이용하여 착륙 활주로(도착 활주로)를 판별하는 방법은 제시하고 있지 않다.
- [0008] 따라서 항적 데이터를 이용하여 착륙 활주로를 알아야 할 경우에 특허문헌 1에 기재된 기술로는 부족하다.
- [0009] ADS-B 데이터는 비교적 쉽게 구할 수 있는 데이터이기는 하지만, 신호 수신 주기나 시간간격 등이 일정하지 않

다.

- [0010] 도 1은 ADS-B 원본 데이터의 예이다. 도 1에서 확인할 수 있는 것처럼 신호 수신 주기나 시간간격 등은 일정하지 않다.
- [0011] 만일 ADS-B 데이터에 언제나 활주로에 도착시 발신한 위치 데이터가 포함되어 있다면 다수의 활주로의 위치를 알고 있으므로, 비행기가 착륙한 착륙 활주로를 쉽게 판별할 수 있지만, 마지막 발신 신호가 활주로 도착 이후인 경우도 있고 활주로 도착 이전인 경우도 있는 등 마지막 발신 신호의 정보가 일정하지 않다.
- [0012] 그러므로 ADS-B 데이터를 이용하여 비행기의 착륙 활주로를 판별하는 효율적인 방법이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 10-0842104(2008. 06. 23. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, ADS-B 데이터를 이용하여 비교적 적은 계산량으로 정확하게 비행기의 착륙 활주로를 판별하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명에 의한 ADS-B 데이터를 이용한 활주로 판별방법은, ADS-B 데이터를 이용하여 공항으로부터 12 nmi 이내의 궤적점을 추출하는 제1 단계; 보간법을 이용하여 상기 궤적점들을 1초 간격 궤적점들로 변환하는 제2 단계; 제2 단계의 궤적점들 중 각 활주로 연장선의 일정 좌우폭 내에 존재하는 궤적점의 수를 각 활주로별로 구하는 제3 단계; 제3 단계에서 구한 궤적점의 수가 가장 많은 활주로를 착륙 활주로로 판별하는 제4단계; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 상기 제3 단계에서, 제2 단계의 궤적점들 중 각 활주로 연장선의 일정 좌우폭 내에 존재하는 궤적점의 수를 각 활주로별로 구할 때, 궤적점의 좌표는 항적과 활주로를 수평 평면위에 투영한 좌표를 이용할 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 상기한 구성의 본 발명에 따르면, 비교적 적은 계산량으로 정확하게 비행기의 착륙 활주로를 판별하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 ADS-B 원본 데이터의 예
- 도 2는 항적 데이터를 도시화한 예
- 도 3은 항적과 활주로를 xy평면에 투영한 좌표를 구하는 경우의 예
- 도 4는 2개의 활주로는 있는 경우 비행기 궤적점의 예
- 도 5는 각 활주로 연장선의 일정 좌우폭 내에 존재하는 궤적점의 수를 각 활주로별로 구하는 경우의 예
- 도 6은 RWY15L-33R활주로로 착륙한 것으로 판별된 비행기의 항적 데이터를 도시한 도면
- 도 7은 RWY16-34활주로로 착륙한 것으로 판별된 비행기의 항적 데이터를 도시한 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 보다 상세하게 설명한다. 그리고, 본 발명은 다수의 상이한 형태로 구현될 수 있고, 기술된 실시 예에 한정되지 않음을 이해하여야 한다.

- [0020] 도 2는 항적 데이터를 도시화한 예이다.
- [0021] ADS-B 데이터는, 도 1에서와 같이, 위치(위치, 경도, 고도), 속력, 방향 데이터만을 포함하고 있다.
- [0022] 이러한 데이터는 일정한 시간 간격으로 되어 있지 않다. 본 발명에서는 결과의 정확도를 높이기 위해 데이터 수신에 없는 시간대에서는 1초 단위로 균일하게 보간한 데이터를 추가한다. 그리고 1초 사이에 여러개의 데이터가 수신된 경우, 그 값을 평균하여 1초의 시간대에 1개의 궤적점 데이터만 존재하도록 할 수 있다.
- [0023] 본 발명에서는, ADS-B 데이터를 이용한 활주로 판별방법 중에서, 가장 좋은 결과를 얻은 다음의 방법을 제시한다.
- [0024] 본 발명에 의한, ADS-B 데이터를 이용한 활주로 판별방법은 다음의 단계를 포함한다.
- [0025] (1) ADS-B 데이터를 이용하여 공항으로부터 12 nmi 이내의 궤적점을 추출하는 제1 단계
- [0026] (2) 보간법을 이용하여 상기 궤적점들을 1초 간격 궤적점들로 변환하는 제2 단계
- [0027] (3) 제2 단계의 궤적점들 중 각 활주로 연장선의 일정 좌우폭 내에 존재하는 궤적점의 수를 각 활주로별로 구하는 제3 단계
- [0028] (4) 제3 단계에서 구한 궤적점의 수가 가장 많은 활주로를 착륙 활주로로 판별하는 제4단계
- [0029] 제1 단계에서, ADS-B 데이터를 이용하여 공항으로부터 12 nmi(해리) 이내의 궤적점만을 추출하는 이유는, 보통의 항공기가 비행장 활주로로부터 12 nmi(해리) 정도 앞으로 와서 활주로 방향으로 정렬한 후 진입을 시도하기 때문이다. 따라서 공항으로부터 12 nmi(해리)보다 먼 거리의 궤적점 데이터는 버리더라도 착륙 활주로를 판별하는데 별 문제가 없다. 따라서 불필요한 계산을 줄이기 위해 12 nmi(해리) 이내의 궤적점만을 추출하여 이용할 수 있다.
- [0030] 공항이 넓기 때문에 12 nmi(해리)의 거리를 측정하는 기준이 문제가 될 수 있는데, 활주로의 중앙을 기준으로 할 수도 있고, 활주로의 시작점을 기준으로 할 수도 있다.
- [0031] 제2 단계에서, 데이터 수신에 없는 시간대에서는 1초 단위로 균일하게 보간한 데이터를 추가한다.
- [0032] 예를 들어, 3초만에 새로운 위치 데이터가 수신되었다면, 3초 이전의 위치와 현재 위치를 3등분 하여 1초 단위로 보간한 위치에 비행기가 위치했던 것으로 가정한다.
- [0033] 그리고 1초 사이에 여러개의 데이터가 수신된 경우, 그 값을 평균하여 1초의 시간대에 1개의 궤적점 데이터만 존재하도록 할 수 있다.
- [0034] 제3 단계에서, 제2 단계의 궤적점들 중 각 활주로 연장선의 일정 좌우폭 내에 존재하는 궤적점의 수를 각 활주로별로 구한다.
- [0035] 이때, 항적과 활주로를 xy평면에 투영한 좌표를 구하여 이용하는 것이 바람직하다.
- [0036] 도 3은 항적과 활주로를 xy평면에 투영한 좌표를 구하는 경우의 예이다.
- [0037] 도 3에서는 항적(비행기의 위치)와 활주로의 위치를 xy평면에 투영한 좌표를 구한 후, 비행기로부터 활주로 연장선까지의 거리를 구한다.
- [0038] 활주로 연장선을 벡터 $\overrightarrow{Arun}$ 로 표시하고, 활주로 시작점(Arrival Threshold)에서 비행기를 향하는 벡터를 $\overrightarrow{Bair}$ 로 표시하면,
- [0039] 각도 θ 는 다음의 수식으로 구할 수 있고,
- [0040]
$$\sin \theta^{\circ} = \frac{\overrightarrow{Arun} \times \overrightarrow{Bair}}{|\overrightarrow{Arun}| |\overrightarrow{Bair}|}$$

[0041] 활주로 연장선으로부터 비행기까지의 거리(수직 거리)는 다음의 수식으로 구할 수 있다.

$$distance = |\overrightarrow{B_{air}}| \sin \theta^\circ$$

[0043] 도 4는 2개의 활주로가 있는 경우 비행기 궤점점의 예이고, 도 5는 각 활주로 연장선의 일정 좌우폭 내에 존재하는 궤점점의 수를 각 활주로별로 구하는 경우의 예이다.

[0044] 도 5에서, 활주로 2(Runway 2)의 좌우폭 100m 이내에 존재하는 궤점점의 수는 7개이고, 활주로 1(Runway 1)의 좌우폭 100m 이내에 존재하는 궤점점의 수는 3개이다.

[0045] 제4단계에서는, 제3 단계에서 구한 궤점점의 수가 가장 많은 활주로를 착륙 활주로로 판별하다.

[0046] 도 5에서는, 활주로 2(Runway 2)의 좌우폭 100m 이내에 존재하는 궤점점의 수는 7개이고, 활주로 1(Runway 1)의 좌우폭 100m 이내에 존재하는 궤점점의 수는 3개이므로, 활주로 2(Runway 2)를 착륙 활주로로 판별한다.

[0047] 기존의 ADS-B 항적 데이터를, 상기와 같은 방법으로 판단한 결과, ADS-B 항적 데이터로부터 판단한 활주로로 실제 활주로는 모두 일치하였으며, 오류가 난 경우는 없었다.

[0048] 도 6은 RWY15L-33R활주로로 착륙한 것으로 판별된 비행기의 항적 데이터를 도시한 도면이고, 도 7은 RWY16-34활주로로 착륙한 것으로 판별된 비행기의 항적 데이터를 도시한 도면이다.

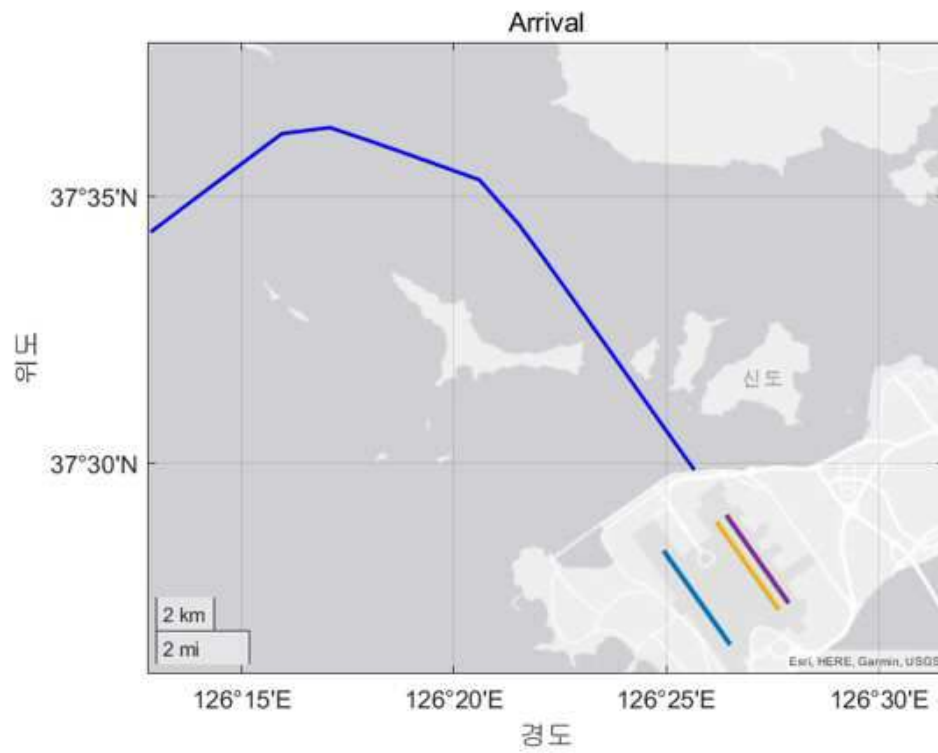
[0049] 도 6에서 RWY15L-33R활주로로 착륙한 것으로 판별된 비행기의 항적은 모두 RWY15L-33R활주로를 향하고 있고, 도 7에서 RWY16-34활주로로 착륙한 것으로 판별된 비행기의 항적은 모두 RWY16-34활주로를 향하고 있으므로, 도 6과 도 7에서 오류가 난 항적은 없다.

[0050] 도 6과 도 7은 인천 공항에 착륙한 비행기들의 ADS-B 항적 데이터를 이용하여 만든 도면인데, 김해 공항, 김포 공항에 착륙한 비행기들의 ADS-B 항적 데이터를 이용한 판별 결과도 모두 오류가 없었다.

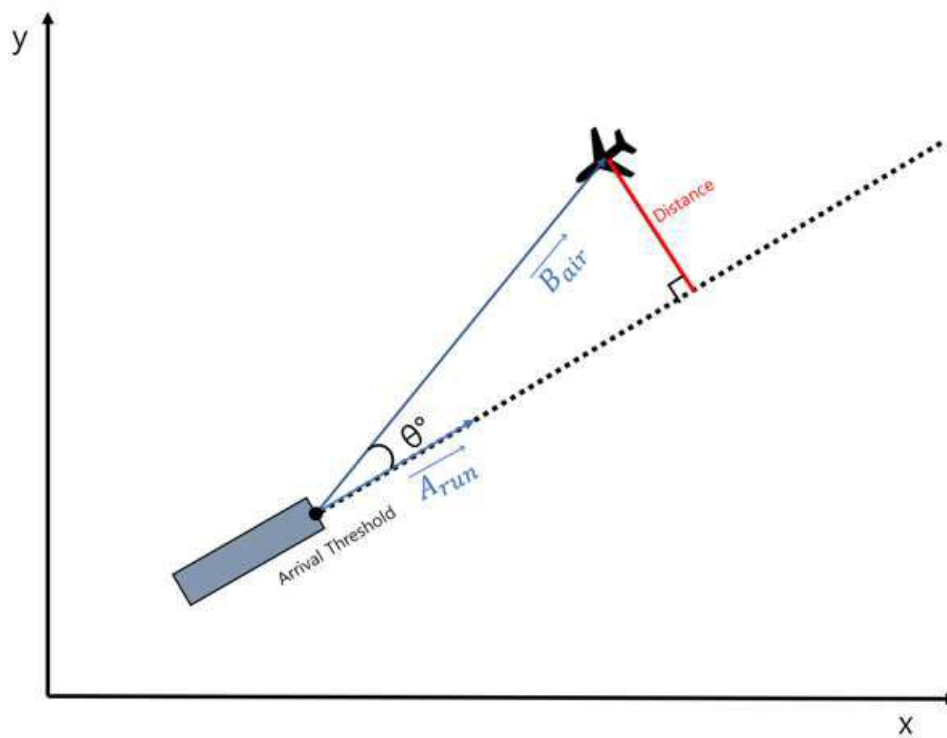
도면
도면1

1	Type	Source	Time	Latitude(deg)	Longitude(deg)	Altitude(ft)-Altitude(ft-B	GroundSpe	Airspeed(ft	VerticalRa	dAlt(ft-Pre	Course(deg)
2	SBS	PSU	17:56.4			38000					
3	RAW	PSU	17:56.5	37.707545	130.122847	38000					
4	SBS	PSU	17:57.1								
5	RAW	PSU	17:57.1	1a333cd1735e9b7b1f8d71bc20250414b2d33820d2a01f							
6	SBS	PSU	17:59.0				459		0		271
7	RAW	PSU	17:59.1	1a333cd1f27b74d8198d71bc20990dcd8038041ba6605f			459		0	650	270
8	RAW	PSU	17:59.2	37.707545	130.115084	38000					
9	SBS	PSU	18:00.2			38000					
10	SBS	PSU	18:00.6								
11	RAW	PSU	18:01.1	1a333cd273b2a9da258d71bc20990dcd8038041ba56a91			460		0	650	270
12	RAW	PSU	18:01.2	37.70755	130.10974	38000					
13	SBS	PSU	18:01.2	37.70755	130.10974	38000			0	650	270
14	RAW	PSU	18:01.5	1a333cd294143e48198d71bc20990dcd8038041ba56a91			460		0	650	271
15	SBS	PSU	18:02.0				460		0	650	271
16	RAW	PSU	18:02.0	1a333cd2ad68f4a51e8d71bc20990dcd0038041ba4eff6			460		0	650	270
17	RAW	PSU	18:02.1	37.707545	130.107322	38000					
18	RAW	PSU	18:02.9	1a333cd2eb539a9f208d71bc20990dcd0038041ba4eff6			460		0	650	270
19	SBS	PSU	18:03.0								
20	RAW	PSU	18:03.1	37.707545	130.104397	38000					
21	SBS	PSU	18:03.2			38000					
22	RAW	PSU	18:03.3	1a333cd307918781128d71bc20990dcd0038041ba4eff6			460		0	650	270
23	SBS	PSU	18:03.6			38000					
24	SBS	PSU	18:03.9				460		0		271
25	RAW	PSU	18:03.9	1a333cd328a5b7c51b8d71bc20990dcd0038041ba4eff6			460		0	650	270

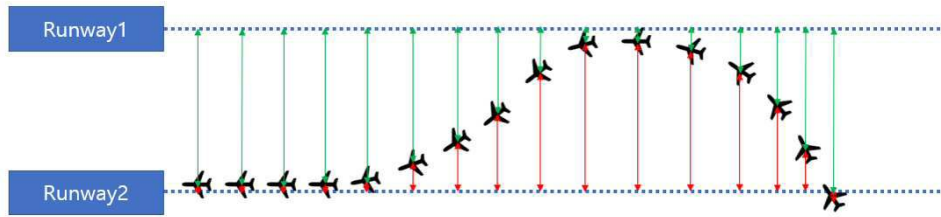
도면2



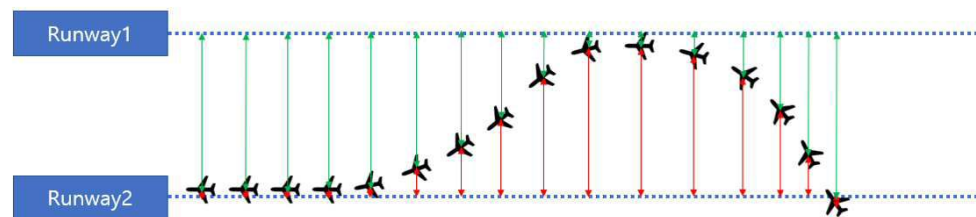
도면3



도면4



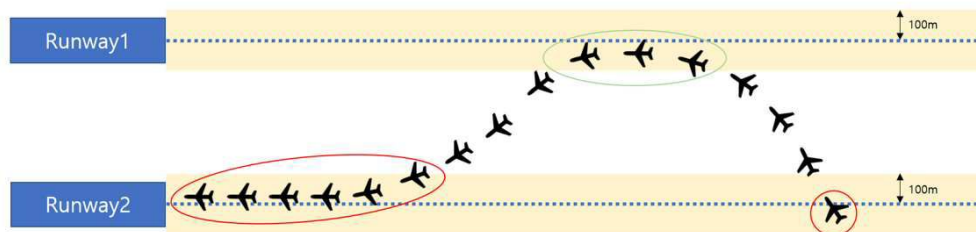
도면5



각 활주로의 수직 거리 계산

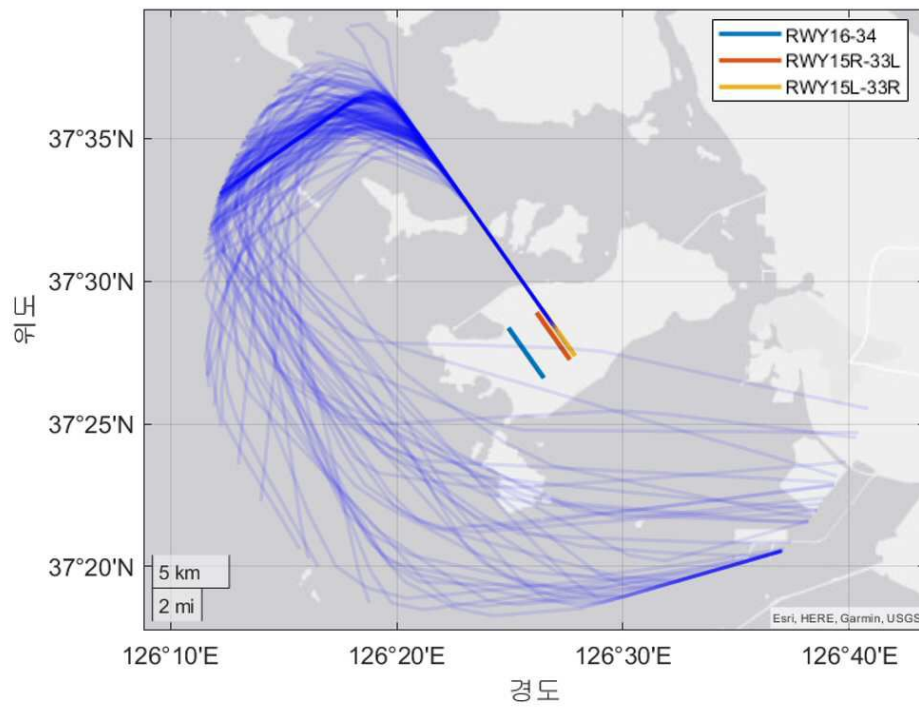


100m 이내 점의 개수 비교



Runway2를 도착 활주로로 판별

도면6



도면7

