



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0066113
(43) 공개일자 2025년05월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G08G 5/00 (2025.01) G05D 1/20 (2024.01)
(52) CPC특허분류
G08G 5/20 (2025.01)
G05D 1/101 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2023-0151713
(22) 출원일자 2023년11월06일
심사청구일자 2023년11월06일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
이학태
경기도 수원시 장안구 화산로 85(천천동, 천천푸르지오 아파트)119-1302
박배선
경기도 수원시 영통구 광고호수공원로 277(원천동, 광고중흥에스클래스)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인아이더스

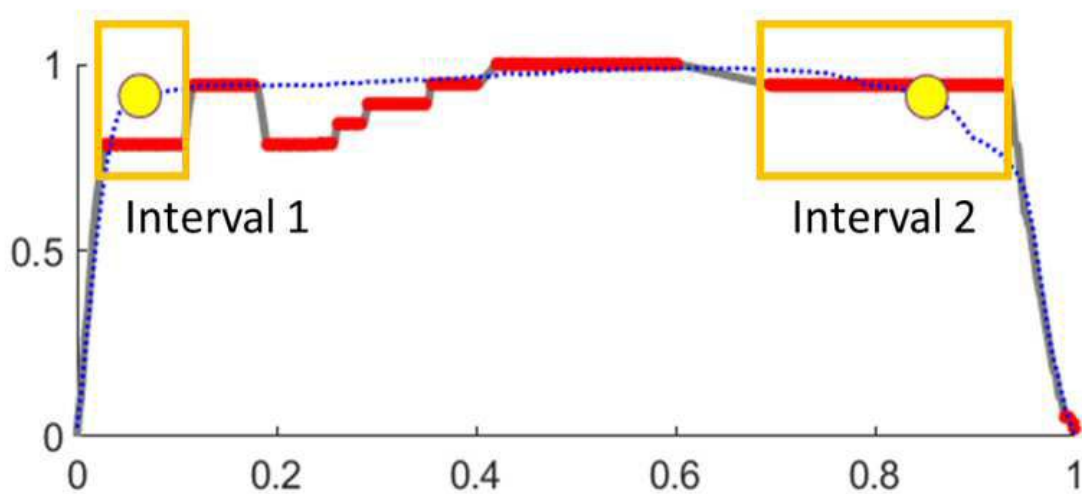
전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 발명의 명칭 순항구간 항적추출방법

(57) 요약

본 발명에 의한 순항구간 항적추출방법은, 대량의 항적을 군집화하여 유사한 개형으로 분류하는 제1 단계; 각 군집별 평균 궤적에서의 순항구간을 추출하는 제2 단계; 각 군집별 평균 궤적에서의 순항구간을 이용하여 군집에 포함된 개별 항적의 순항 구간을 추정하는 제3 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류

G08G 5/20 (2025.01)

(72) 발명자

류재영

대전광역시 서구 문예로 174(둔산동,
샘머리아파트) 105-1004

이석환

인천광역시 미추홀구 매소홀로271번길 31(학익동)
C동 305호(YJ레지던스, 학익동)

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 2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

대량의 항적을 군집화하여 유사한 개형으로 분류하는 제1 단계;

각 군집별 평균 궤적에서의 순항구간을 추출하는 제2 단계;

각 군집별 평균 궤적에서의 순항구간을 이용하여 군집에 포함된 개별 항적의 순항 구간을 추정하는 제3 단계;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 순항구간 항적추출방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

제3단계에서는, 개별 항적이 속하는 군집의 평균 궤적의 TOC를 포함하는 개별 항적의 고도유지구간의 시작점을 순항구간의 시작점으로 추정하고, 개별 항적이 속하는 군집의 평균 궤적의 TOD를 포함하는 개별 항적의 고도유지구간의 종료지점을 순항구간의 종료지점으로 추정하는 것을 특징으로 하는 순항구간 항적추출방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 순항구간 항적추출방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 항적 데이터의 순항구간을 효율적으로 추정할 수 있도록 하는 순항구간 항적추출방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] ADS-B, 레이더 등 항적 데이터의 경우 항공기의 위치, 속도 등 기본적인 정보만을 제공하나, 실제 연구 개발에는 기본 정보 외에도 수많은 부가 정보가 필요하다.

[0003] 특히, 항공기는 상승/순항/하강 구간에서의 운항 특성이 다르기 때문에, 과거 항적에서 상승/순항/하강 구간을 파악하는 것은 매우 중요하다.

[0004] 순항구간을 파악할 때 단순히 일정 고도를 유지한 구간을 순항 구간이라고 판단할 경우, 매우 많은 순항 구간이 추출되는 오류가 발생할 수 있다.

[0005] 도 1은 시간-고도 항적 데이터의 예이다.

[0006] 도 1에서 고도가 일정하게 유지되는 구간을, 굵은 빨간색 선으로 표시했는데, 구간이 일정하게 유지되는 구간이 12개가 있다. 이때 도 1에서 12개의 순항구간이 있다고 판단하는 것은, 항적을 상승/순항/하강 구간으로 나누는 연구개발 과정에 필요한 바람직한 추정값을 제공하지 못한다.

[0007] 또한 최대고도의 90%의 고도에 위치하고 고도 변화율이 일정 이하인 경우를 순항구간으로 추정하는 단순한 방법의 의한 추정 결과도, 연구개발 과정에 필요한 바람직한 추정값을 제공하지 못한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 KR 10-2022-0085215(공개일: 2022. 06. 22.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 대량의 항적 데이터의 순항구간을 효율적으로 추정하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명에 의한 순항구간 항적추출방법은, 대량의 항적을 군집화하여 유사한 개형으로 분류하는 제1 단계; 각 군집별 평균 궤적에서의 순항구간을 추출하는 제2 단계; 각 군집별 평균 궤적에서의 순항구간을 이용하여 군집에 포함된 개별 항적의 순항 구간을 추정하는 제3 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 순항구간 항적추출방법의 제3단계에서는, 개별 항적이 속하는 군집의 평균 궤적의 TOC를 포함하는 개별 항적의 고도유지구간의 시작점을 순항구간의 시작점으로 추정하고, 개별 항적이 속하는 군집의 평균 궤적의 TOD를 포함하는 개별 항적의 고도유지구간의 종료지점을 순항구간의 종료지점으로 추정할 수 있다.

발명의 효과

[0012] 상기한 구성의 본 발명에 따르면, 대량의 항적 데이터의 순항구간을 효율적으로 추정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 시간-고도 항적 데이터의 예
 도 2는 TOC와 TOD를 특정하여 순항구간을 특정하는 예
 도 3은 페이지 윈도우의 예
 도 4는 고도가 불규칙하게 변경된 예
 도 5는 항적 데이터에서 특이점을 추출한 예
 도 6은 항적 데이터를 비슷한 모양끼리 군집화한 예
 도 7은 개별 항적 데이터와 평균 궤적을 겹쳐서 표시한 예
 도 8은 도 7에서 추정된 순항 구간을 표시한 결과

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 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.

[0015] 본 발명에서는, TOC(Top of Climb)와 TOD(Top of Descent)를 찾아 그 사이 구간 전체를 순항구간으로 가정한다.

[0016] TOC(Top of Climb, 티오씨)는 상승을 끝마친 지점, 즉 순항구간의 시작점을 의미한다. TOD(Top of Descent, 티오디)는 순항구간의 종료지점, 즉 하강을 시작하는 지점을 의미한다.

[0017] 도 2는 TOC와 TOD를 특정하여 순항구간을 특정하는 예이다.

[0018] 도 2에서, TOC와 TOD 사이의 구간(점선 사각형으로 표시된 부분)이 순항구간이다.

[0019] 유사한 개형으로 분류된 항적들, 즉 각 군집의 대표 TOCD(TOC와 TOD)를 구하면, 중앙에 위치한 순항구간(Cruise phase in centroid)를 구할 수 있다. 각 군집에 포함된 항적들의 TOCD(TOC와 TOD)는 대표 TOCD 주변에 위치하는데 이것을 포함하는 영역을 Cruise window 라고 표현할 수 있다. 이때 군집의 대표 궤적은 군집에 포함된 항적들의 평균값으로 계산할 수 있다.

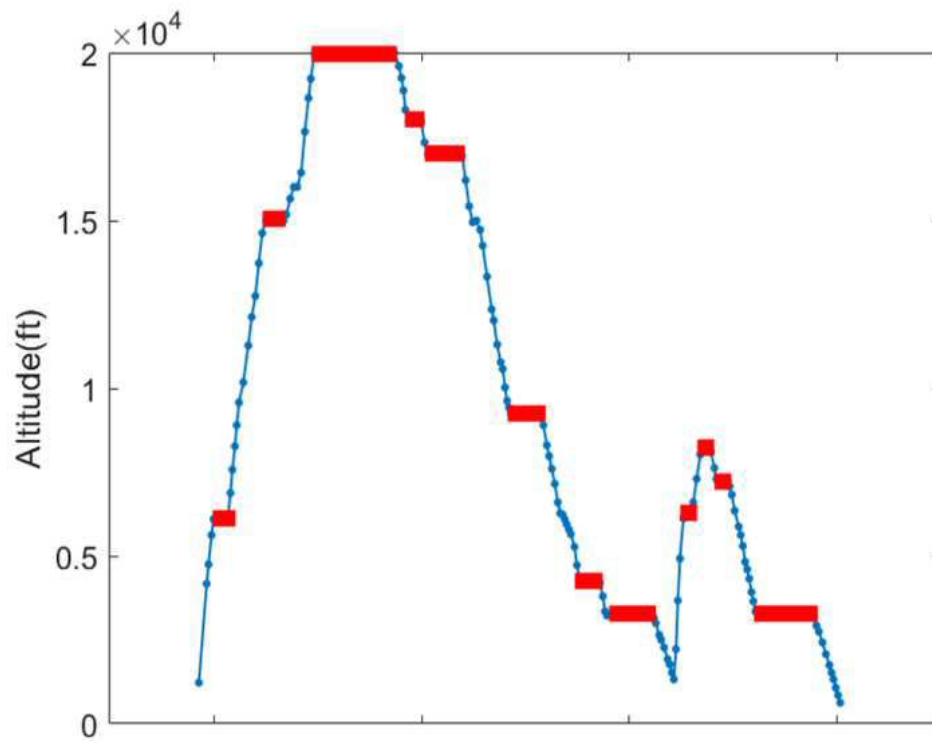
[0020] 도 3은 페이지 윈도우의 예이고, 도 3에는 중앙에 위치한 순항구간(Cruise phase in centroid)과 Cruise window 가 표시되어 있다.

[0021] 도 4는 고도가 불규칙하게 변경된 예인데, 개별 항적은 고도가 불규칙하게 변경될 수 있기 때문에 기울기 조건으로부터 순항 구간을 찾는 것이 어려울 수 있다.

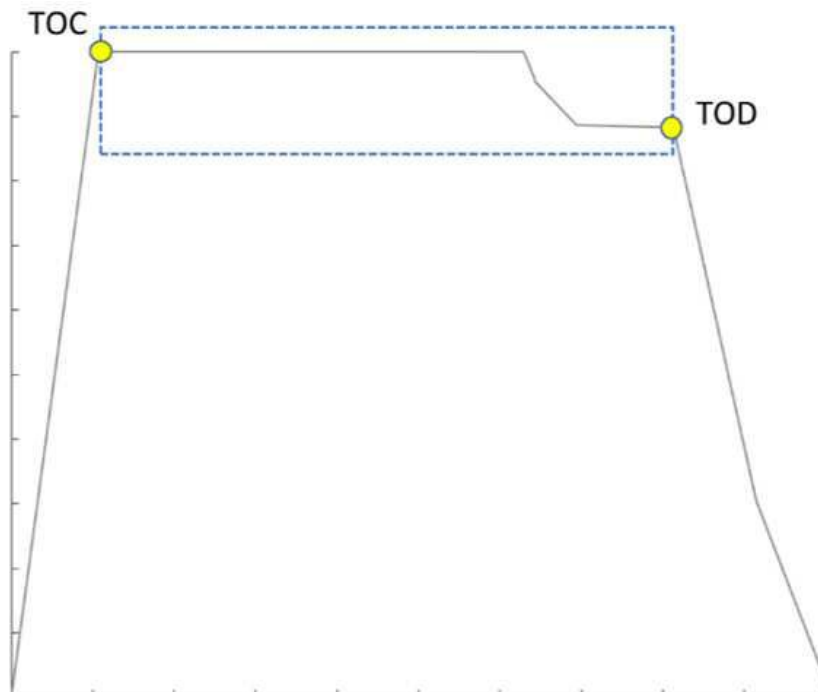
- [0022] 시간-고도 항적 데이터를 만들 때, 정규화한 후 비교할 수 있다. 예를 들어, 항적의 출발점의 높이를 0, 최고 높이를 1, 출발점의 시간을 0, 도착점의 시간을 0으로 변환할 수 있다. 이렇게 정규화하면 항적 데이터를 비교하고 순항구간을 찾는 것이 용이해진다.
- [0023] 도 5는 정규화(항적의 출발점의 높이를 0, 최고 높이를 1, 출발점의 시간을 0, 도착점의 시간을 0으로 변환)한 후 표시한 예이다.
- [0024] 도 5는 항적 데이터에서 특이점을 추출한 예이다.
- [0025] 순항구간의 효율적 판단을 위해서는 항적의 단순화가 요구되며, 특이점을 추출하여 단순화할 수 있다. 특이점 추출을 위해서는 Ramer-Douglas-Peucker algorithm 을 사용할 수 있다.
- [0026] 본 발명에서는 효율적으로 순항구간을 찾아내기 위해, 정규화-단순화된 항적들을 군집화(clustering)한다.
- [0027] 군집화할 때, Agglomerative algorithm을 사용해 군집화를 할 수도 있고, GMM 등 다른 군집화 기법을 사용할 수도 있다. 5개 이하 항적을 가진 군집은 Minor cluster(noise)로 분류한다.
- [0028] 도 6은 항적 데이터를 비슷한 모양끼리 군집화한 예이다.
- [0029] 군집화한 후, 각 군집의 중심(Centroid)에서 대표 TOCD(TOC와 TOD)를 추출한다. 이때 다음의 수식을 만족하도록 할 수 있다.
- $$y(i) \geq 0.9 \max(y) \text{ \& } |\Delta y(i)| < 0.5$$
- [0030]
- [0031] 즉 순항 구간은 항적의 최대 고도의 90% 범위 내에 위치하고, 순항 구간에서의 기울기는 0.5 이하가 되도록 할 수 있다.
- [0032] 이때 Minor cluster(noise)는 제외한다.
- [0033] 각 군집별 평균 궤적에서의 순항구간을 이용하여 군집에 포함된 개별 항적의 순항 구간을 추정할 수 있다.
- [0034] 도 7은 개별 항적 데이터와 평균 궤적을 겹쳐서 표시한 예이고, 도 8은 도 7에서 추정된 순항 구간을 표시한 결과이다.
- [0035] 도 7에서 실선은 개별 항적 데이터이고, 점선은 그 개별 항적 데이터가 속하는 군집의 평균 궤적이다. 2개의 노란색 동그라미는 그 개별 항적 데이터가 속하는 군집의 평균 궤적의 TOC 와 TOD 를 표시한다. 그리고 빨간색 직선(평탄한 직선)은 고도 유지 구간(고도가 일정하게 유지되는 구간)을 표시한다.
- [0036] 도 7에서 평균 궤적의 TOC는 interval 1에 위치하고, 평균 궤적의 TOD는 interval 2에 위치하는데, interval 1의 시작지점(시작점)부터 interval 2의 종료지점까지의 전체 구간을 순항구간으로 추정할 수 있다. 따라서 도 8의 빨간색 구간이 순항구간으로 추정될 수 있다.
- [0037] 따라서 본 발명에 의한 순항구간 항적추출방법은 다음의 단계를 포함한다.
- [0038] (1) 대량의 항적을 군집화하여 유사한 개형으로 분류하는 제1 단계
- [0039] (2) 각 군집별 평균 궤적에서의 순항구간을 추출하는 제2 단계;
- [0040] (3) 각 군집별 평균 궤적에서의 순항구간을 이용하여 군집에 포함된 개별 항적의 순항 구간을 추정하는 제3 단계
- [0041] 상기 제3단계에서는, 개별 항적이 속하는 군집의 평균 궤적의 TOC를 포함하는 개별 항적의 고도유지구간의 시작점을 순항구간의 시작점으로 추정하고, 개별 항적이 속하는 군집의 평균 궤적의 TOD를 포함하는 개별 항적의 고도유지구간의 종료지점을 순항구간의 종료지점으로 추정할 수 있다.

도면

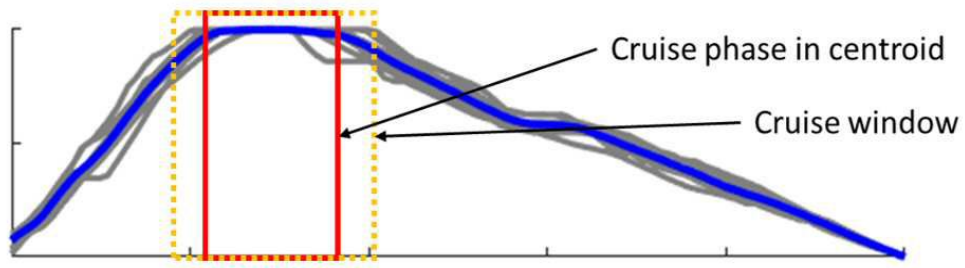
도면1



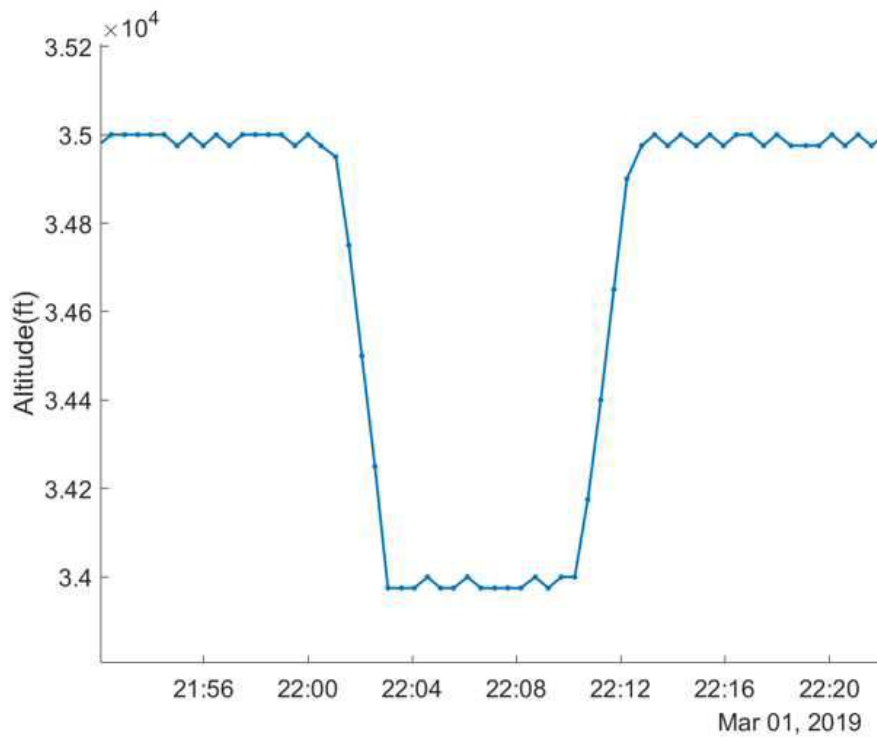
도면2



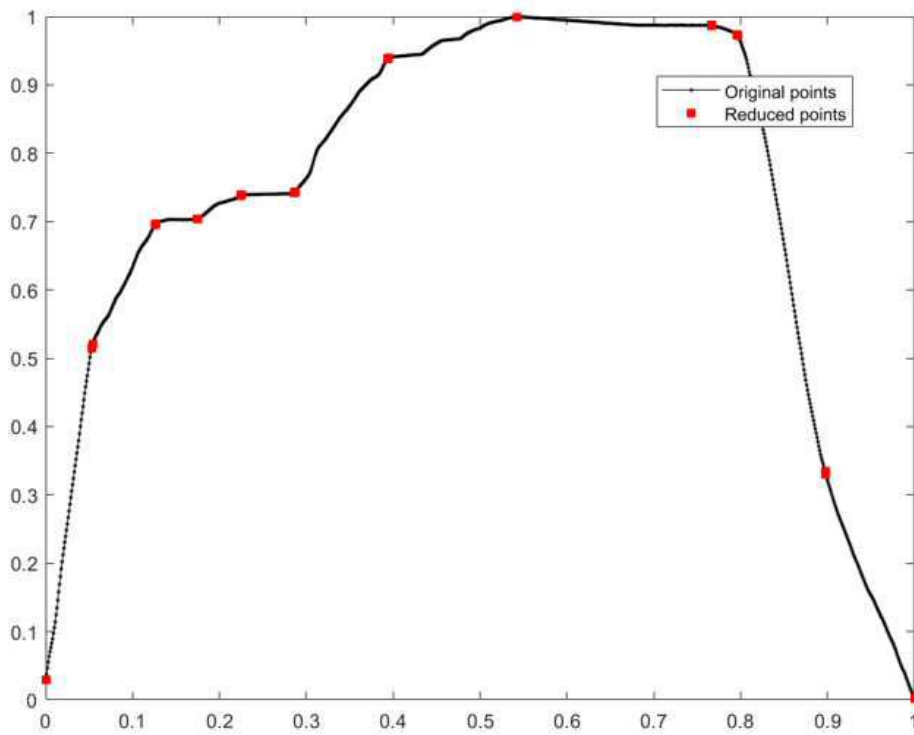
도면3



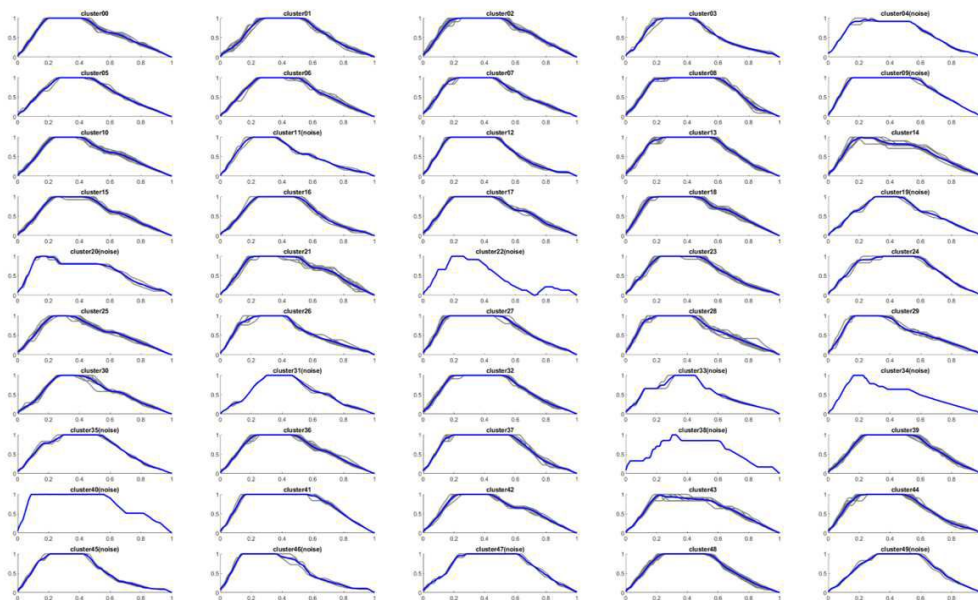
도면4



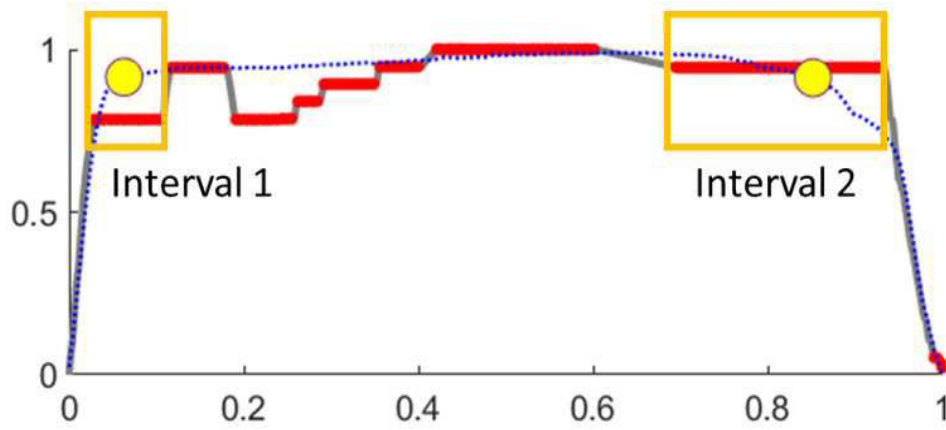
도면5



도면6



도면7



도면8

