

# 이동 객체의 부분 유사궤적 탐색을 활용한 교차로 검출 기법

## Locating Intersections by Computing Partially Similar Trajectories of Moving Objects

### 요 약

최근 스마트 기기의 네비게이션에서 수집되는 차량 궤적을 활용하여, 자동적으로 도로 지도를 생성하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 도로 정보 중에서 특히 교차로 정보는 길 안내 시 도로가 서로 연결되어 있는지를 파악할 수 있는 아주 중요한 정보다. 본 논문에서 제안하는 교차로 검출 기법은 차량 궤적들이 교차로에서 여러 갈래로 나누어지는 특징을 이용한다. 실제 이동 경로를 기반으로 교차로를 분석하기 때문에, 교차로의 물리적 특성 등을 고려하지 않고 신뢰성 있는 교차로를 검출할 수 있다. 여러 갈래로 나누어지는 교차로를 검출하기 위해 먼저 이산 Fréchet 거리 기반의 부분 유사궤적 탐색을 활용하여 두 궤적에 대한 일치 및 불일치 구간을 분석하고, 이 두 구간이 접하는 지역을 교차로라고 판단하였다. 제안한 알고리즘을 가상 및 실제 궤적을 대상으로 실험하여 교차로 검출이 이루어짐을 확인하였다.

### 1. 연구동기

IT 기술의 발달로 스마트 기기로 네비게이션을 이용하는 사용자가 크게 증가하여, 대량의 차량 궤적을 수집할 수 있게 되었다. 따라서 궤적을 활용하여 다양한 도로 정보를 자동으로 생성하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다[1]. 이러한 정보들 중에서 특히 교차로는 도로의 연결성을 표시하는 요소로, 네비게이션의 길 안내 기능에 매우 중요한 역할을 한다. 본 논문에서는 부분 유사궤적 탐색을 활용한 교차로 검출 기법을 제안한다.

기존의 교차로 검출 연구는 크게 교차로 지역에서 차량 궤적이 갖는 물리적 특성을 이용하거나[2,3] 또는 지도 사진에 영상 처리 기법을 적용하는 연구가 있다[4-7]. 교차로 영역에서 차량이 갖는 물리적 특성으로는 느린 속도, 큰 회전 그리고 신호등으로 인한 높은 정차 확률 등이 있다. 이러한 특징들은 노이즈에 취약하고, 여러 개의 파라미터를 결정해야 하는 단점이 있다. 지도 사진에 영상 처리 기법을 적용하는 것은 고가도로와 같이 도로들이 복잡하게 얽혀있는 경우 적절한 교차로를 추출하기 어렵다.

본 논문에서는 Fréchet 거리 기반의 부분 유사궤적 탐색을 활용한 교차로 검출 기법을 제안한다. 교차로는 주행 궤적들이 흩어지는 지역이라고 할 수 있는데, 제안 기법은 두 궤적에 대한 부분 궤적 매칭 정보를 이용하여 일치 및 불일치 구간을 계산하고, 이 두 구간이 교차하는 영역인 교차로를 검출하였다. 이 거리의 특성상 Fréchet 거리를 최소로 유지하는 동시에 두 물체 간 거리를 최소로 하는 최소 경로(minimum path)를 구할 수 있다. 이를 구성하는 각 커플에 대해 도로 폭과 대소 비교하여, 도로 폭 이하이면 일치 구간 그리고 도로 폭 이상이면 불일치 구간으로 판단할 수 있다. 이러한 구간들에 대해 일치와 불일치 구간이 접하는 영역을 교차로라고 할 수 있다. 2장에서는 이러한 기법

에 기초가 되는 Fréchet 거리에 대해 소개한다. 3장에서는 제안하는 부분 유사궤적 탐색과 교차로 검출 기법에 대해 설명한다. 4장에서는 가상 및 실제 궤적에 대해 검출 기법을 적용하고 그 결과를 살펴본다. 끝으로 5장에서는 결론과 추후 연구에 대해 다룬다.



그림-1. 강남구에서 수집된 2,500개 궤적(빨간색) 검정색 원은 실험에서 검출하고자 하는 교차로.

### 2. 배경지식

Fréchet 거리는 다중 직선(polygonal chain)에 대한 유사도를 나타내는 거리 척도이다. 이는 시간에 따라 직선 위를 이동하는 두 물체를 끈으로 연결하고, 시작점에서 도착점까지 이동하는데 필요한 최소한의 끈의 길이와 같다(단, 뒤로 이동하는 것은 허용되지 않음). 두 곡선  $f: [a, a'] \rightarrow V$ ,  $g: [b, b'] \rightarrow V$ 가 주어질 때, 이들 간 Fréchet 거리는 다음과 같이 정의된다( $a, a', b, b' \in \mathbb{R}$ ,  $a < a'$ ,  $b < b'$ )[7].

$$\delta_F(f, g) = \inf_{\alpha: [0,1] \rightarrow [a, a']} \max_{\beta: [0,1] \rightarrow [b, b']} \|f(\alpha(t)), g(\beta(t))\|$$