

# extend beta-skeleton을 이용한 동적 라우팅 알고리즘

---

Algorithm and Data Engineering Lab.

# 1. 연구 목표

- 경로가 고정되어 있지 않은 수요 기반 버스 운행에 있어서 배차 요청을 처리하는 문제는 현재 차량의 상황에 따라 경로를 자동으로 조정
  - 배차 요청 처리를 진행함에 있어서 최단 경로를 계산하는 것도 중요하지만 차량을 이용하는 승객이 만족하는 우회 경로를 탐색하는 것이 필요
  - 이를 해결하기 위해 경로가 결정된 버스에 대해 extend beta-skeleton을 이용한 탐색 영역을 계산하여 배차 요청에 따른 빠른 탐색이 가능하도록 라우팅 알고리즘을 개발하고자 함



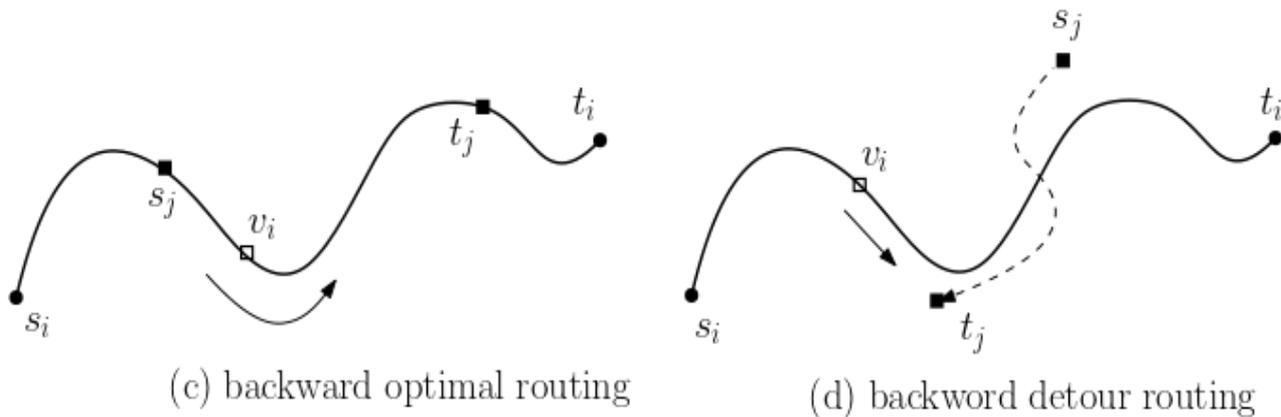
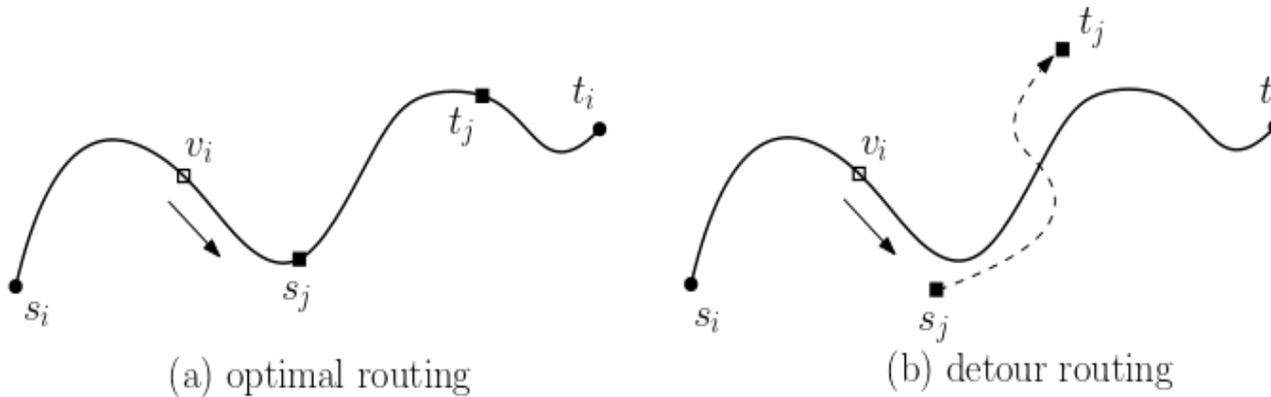
## 2. 도로망 그래프 구성

- 동적 라우팅 알고리즘 개발에 앞서 도로망에 대한 그래프 구성 과정이 필요
  - 도로망의 경우 상행 / 하행과 같이 방향성이 존재하므로 directed graph로 구성
- 도로망 데이터에 대한 그래프 구축 예시
  - Node : 도로망을 구성하는 교차로 데이터
  - Edge : 교차로에 연결된 도로 데이터
  - Station : 도로 내에 존재하는 버스 정류장 데이터



### 3. 기존 연구 (1) - 동적 라우팅

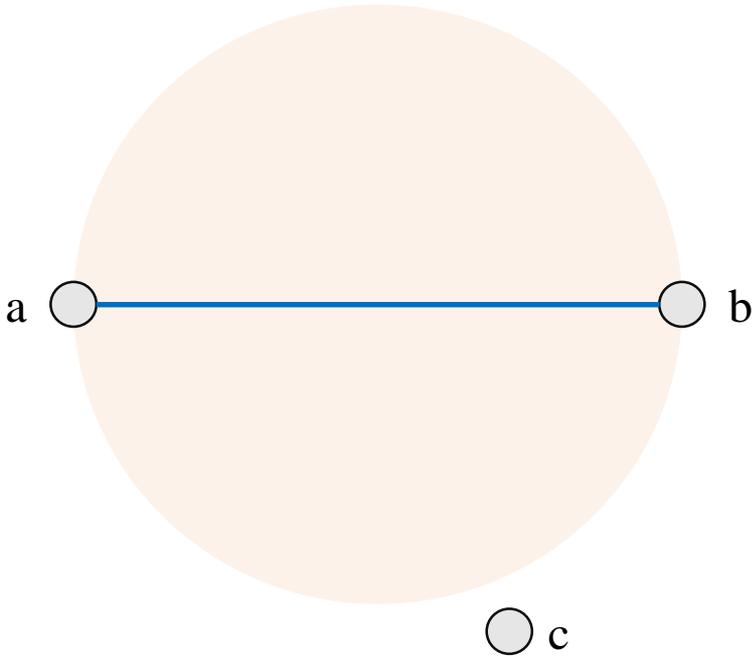
- 기존에 배차가 진행되어 차량이 이동하고 있는 과정에서 추가 배차 요청에 대한 발생 가능한 동적 라우팅 예시
  - 차량이 이동 경로를 벗어나는 경우에 발생하는 연산 부하 해결을 위해 그래프를 이용



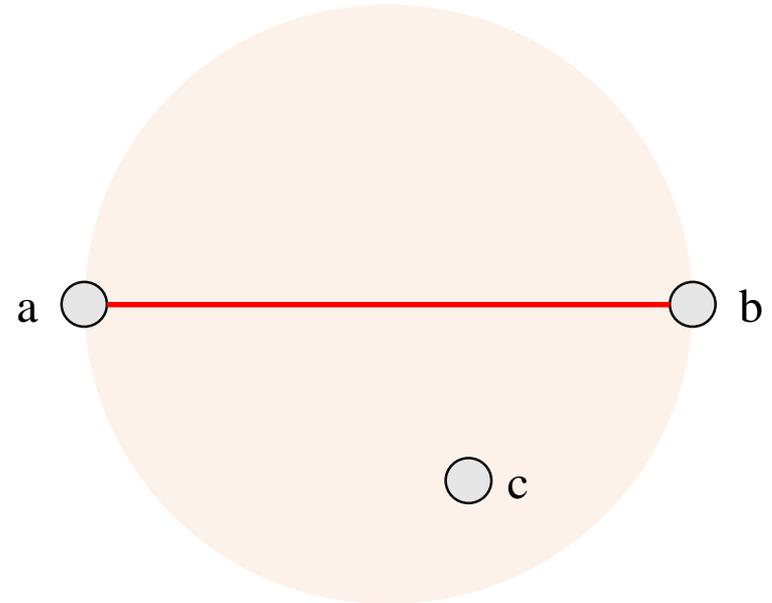
### 3. 기존 연구 (2) gabriel graph

- 임의의 두 노드에 대해 에지를 생성하기 위한 탐색 영역 계산
  - 동적 라우팅을 진행하는데 있어서 도로망 그래프는 에지가 연결되어 있기 때문에 배차 요청이 발생할 경우 출발 또는 도착 정류장이 탐색 교차로 쌍의 계산 영역 내에 존재하는 경우 변경되는 배차 경로 계산을 시행

Case 1) Edge가 허용되는 경우



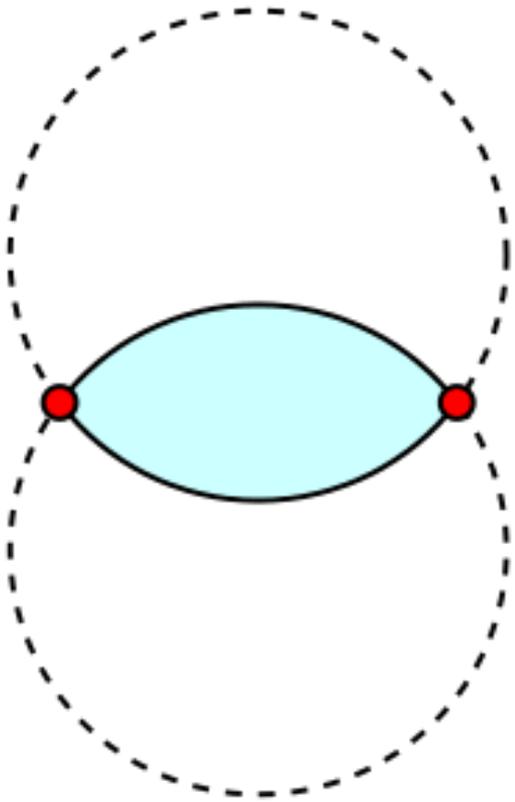
Case 2) Edge가 허용되지 않는 경우



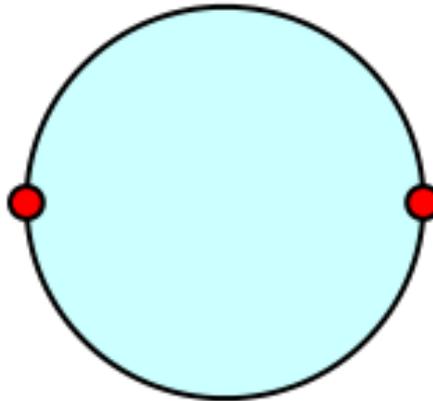
### 3. 기존 연구 (3) beta-skeleton

- 기존 gabriel graph에서 beta 값을 이용하여 탐색하고자 하는 영역을 조정

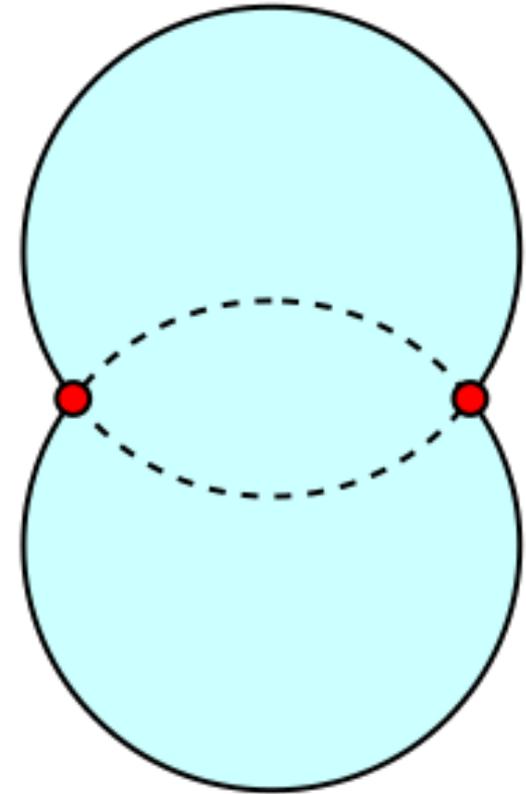
Case 1)  $\beta$ -skeleton ( $0 < \beta < 1$ )



Case 2)  $\beta$ -skeleton ( $\beta = 1$ )



Case 3)  $\beta$ -skeleton ( $\beta > 1$ )



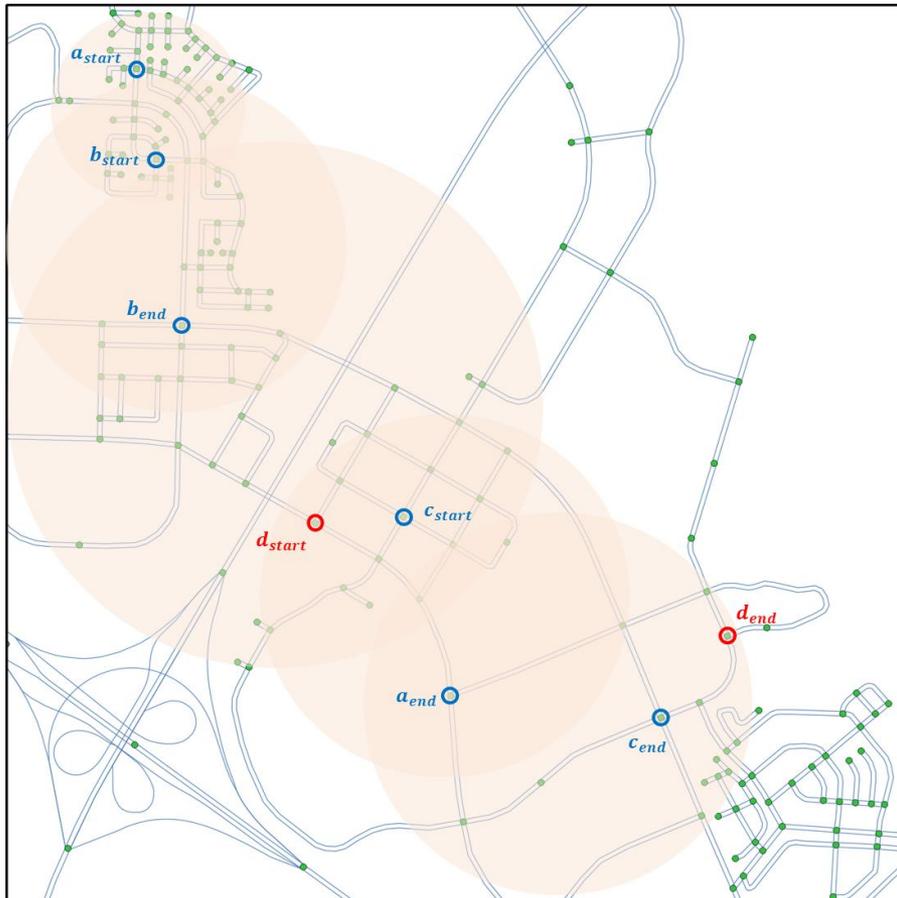
## 4. 제안 기법 (1) extend beta-skeleton

- 기존 Gabriel graph나 beta-skeleton를 이용할 경우 두 노드 사이의 일정 영역만을 고려하여 노드를 탐색할 때 어려움이 존재
  - 이를 해결하기 위해 매개변수를 활용하여 beta-skeleton 영역을 조절하여 탐색 영역을 조절



## 4. 제안 기법 (2) extend beta-skeleton

- 매개변수에 따른 탐색 영역을 조절하여 버스 운행 경로를 크게 벗어나지 않는 우회 영역을 지정

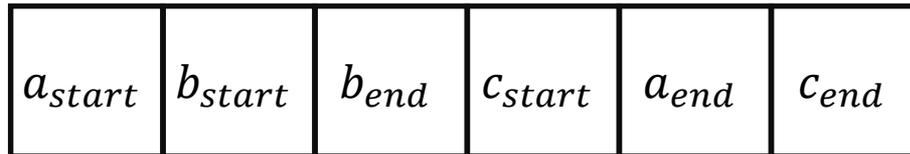


## 4. 제안 기법 (3) extend beta-skeleton

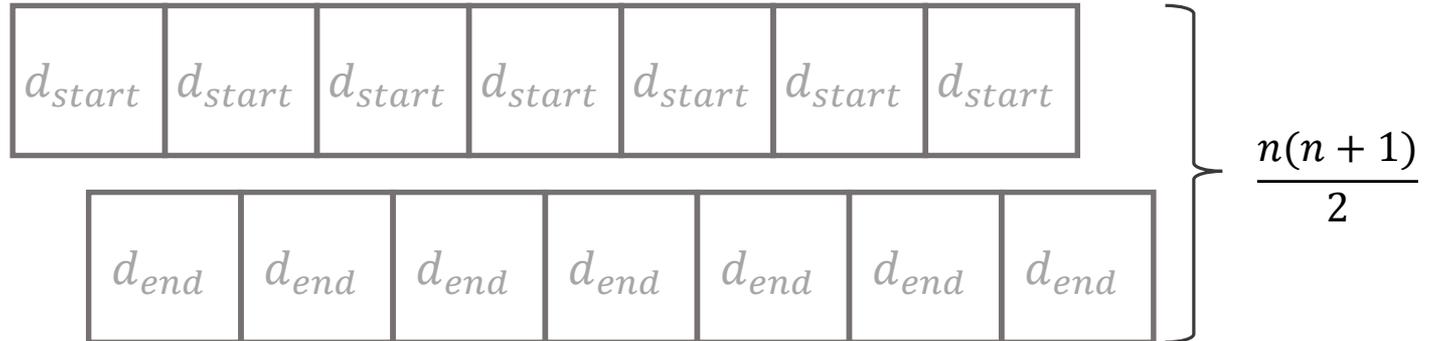
- 우회 영역을 계산하지 않는 경우 기존 결정된 경로에 대해 모든 경우의 수에 대한 계산이 필요

[계산 전]

Bus Queue

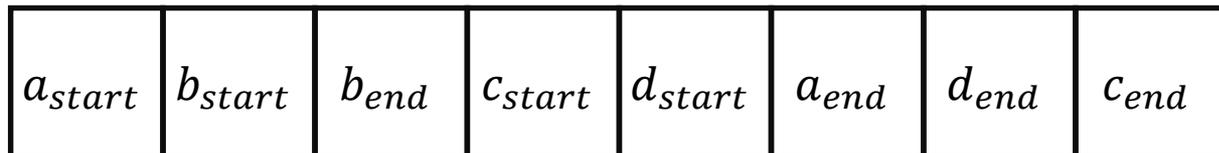


[후보 선정]



[계산 후]

Bus Queue

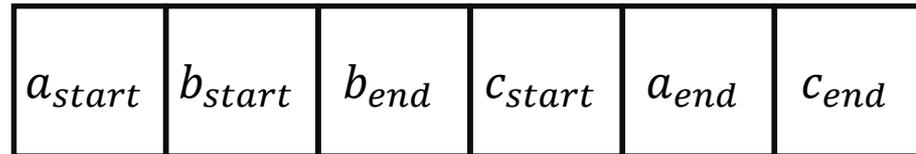


## 4. 제안 기법 (4) extend beta-skeleton

- 제안 기법을 활용할 경우 계산 영역에 해당되는 부분에 대해서만 검색을 시행하여 계산 부하가 줄어들게 됨

[계산 전]

Bus Queue

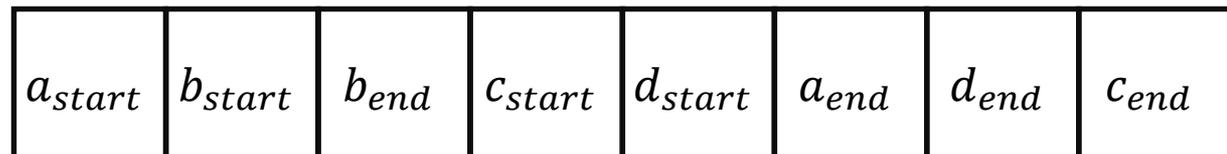


[후보 선정]



[계산 후]

Bus Queue



## 5. 동적 라우팅 경로 계산을 위한 시뮬레이션 시스템 (1)

- 동적 라우팅 알고리즘을 통한 차량 운행 최적화는 많은 시행착오가 필요
  - 매개변수를 변화하며 목표 값에 따른 최적화를 수행하기 위해 서버를 이용한 시스템을 구축
- 동적 라우팅 시뮬레이션 시스템 기능
  - 도로망 데이터에 따른 그래프 구성
    - 각 데이터들 간의 연결 정보를 취합하고 도로 특성 및 최단 경로 탐색에 활용
  - 최단 경로 탐색 기능
    - Dijkstra 알고리즘과 Shortest Time Path 모형을 이용한 경로 탐색
  - 동적 라우팅 알고리즘을 이용한 시뮬레이션 기능
    - 최단 경로를 활용한 동적 라우팅 알고리즘으로 시뮬레이션 환경에 기반한 시뮬레이션 진행
    - 배차 요청에 대해 시간 효율성 및 경로 효율성 기반의 배차 허용 여부 판별

# 5. 동적 라우팅 경로 계산을 위한 시뮬레이션 시스템 (2)

## • 시스템 구조

