

동적통행배정모형에 대한 간략 노트



문진수

1. 서론

통행배정모형은 일반적으로 교통수요추정단계에서 장래 도로네트워크상의 교통량을 예측하는데 활용되고 있다. 교통수요추정단계에서 통행배정모형은 수단별 통행 기·종점표가 완성된 후 각 기·종점을 연결하는 경로 또는 도로네트워크상에 교통량의 부하정도를 예측하는 단계에 활용된다. 통행배정모형은 크게 정적통행배정모형(Static traffic assignment model)과 동적통행배정모형(Dynamic traffic assignment model)으로 구분할 수 있다. 이 글은 정적통행배정모형과 동적통행배정모형의 주요 특성비교를 통하여 두 모형의 차이점, 특히 동적통행배정모형에 대한 교통실무분야 종사자들의 이해를 돕고자하는 취지에서 작성되었다.

정적통행배정모형

Wardrop은 1952년에 운전자의 경로선택행태에 관한 원칙을 제안하였으며, 그 중 일반적인 교통상황의 분석에 적합한 제1원칙은 '운전자가 선택한 모든 경로의 통행시간은 동일하며, 이는 선택되지 않은 경로의 통행시간보다 덜 걸린다'라는 것을 내용으로 한다. Beckmann(1956)은 이

원칙을 수학적식으로 구성하였다. 즉, Beckmann이 구성한 수학적식을 만족하는 해가 바로 Wardrop의 제1원칙을 만족하는 해와 동일하다는 것을 증명하였으며, 그후 통행배정모형에 대한 연구는 주로 해석알고리즘(Solution algorithm)의 개선에 집중되어 왔다.

정적통행배정모형은 분석 대상기간동안 시간의 변화에 따른 교통수요의 변동 또는 도로 네트워크상의 교통량의 변동을 고려하지 않고 해당 시간 동안 수요나 교통량의 변화가 없는 상태 즉 균형(Equilibrium)상태를 가정하고 있다. 따라서, 분석대상기간 중 수요나 교통량의 변동을 고려하지 못하는 단점을 가지는 모형이다.

동적통행배정모형

동적통행배정모형은 정적통행배정모형의 단점인 시간에 따른 교통수요 및 교통량의 변화를 묘사하지 못하는 점을 개선하기 위해 1970년대 후반 제시된 이후 현재까지 학문적으로 활발한 연구가 진행중이다. 동적통행배정모형은 Wardrop이 제안한 운전자의 경로선택행태에 관한 원칙을 채택한다는 점에서는 정적통행배정모형과 기본적으로 동일하나, 가장 큰 차이점은 '시간'이라는 변수를 모형에서 고려한다는 점이다. 즉, 동적통행배정모형은 시간의 변화에 따른 수요 또는 교통량의 변화를 묘사할 수 있는 장점이 있어 교통상황에 대한 보다 현실적인 분석이 가능한 장점이 있다.

동적통행비용함수

정적통행배정모형과 동적통행배정모형의 가장 큰 차이는 통행비용함수에서 찾을 수 있다. 동적통행배정모형은 교통류의 평형상태를 가정하는 정적통행배정모형과는 달리 시간의 변화에 따른 교통류의 공간적 이동(Flow propagation)을 적절히 묘사할 수 있는 통행비용함수가 사용되어야 한다. 교통류의 공간적 이동원칙과 함께 동적통행비용함수가 만족시켜야 할 요소로는 교통류 보존(Flow conservation)원칙, FIFO(First In, First Out)원칙, 인과성(Causality)원칙 등이 있다.

현재까지 다양한 통행비용함수가 동적통행배정모형에 적용되어 왔으나, 그 중 몇몇의 통행비용함수만이 앞서 언급한 동적통행비용함수가 갖추어야 할 요구사항을 만족시키는 것으로 나타났다. 대표적인 동적통행비용모델로는 선형 통행비용모델(Linear travel time model), 비선형 통행비용모델(Non-linear travel time model), 셀전이 모델(Cell transmission model), 파동모델(Wave model) 등이 있으나, 그 중 비선형 통행비용모델은 FIFO 원칙을 준수하지 못하는 것으로 나타나 동적통행배정모형에 적합치 않은 것으로 나타났다. 한편, 정적통행배정모형에서 일반적으로 사용되는 통행비용함수인 BPR식은 시간의 변화에 따른 교통류의 공간적 이동행태를 적절히 묘사하지 못하여 동적통행배정모형에는 적합하지 않은 것으로 나타났다.¹⁾

동적통행배정모형의 활용

동적통행배정모형은 장기적인 교통계획뿐만 아니라 시간대별 교통류의 변동이 큰 도로네트워크의 분석이 가능함에 따라 단기적인 교통운영기법의 평가에 활용도가 클 것으로 판단된다. 특히, 최근 관심이 증대되고 있는 각종 ITS전략의 평가도구로서 동적통행배정모형이 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 정적통행배정모형에서의 EMM/2와 같이 동적통행배정모형의 구현을 위한 패키지로는 CONTRAM, INTEGRATION, DYNASMART 등이 있다.

동적통행배정모형의 한계

앞서 언급한 바와 같이 동적통행배정모형은 정적통행배정모형이 갖는 한계를 극복할 수 있는 보다 진보된 형태의 모형으로 학문적으로 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나, 동적통행배정모형은 보다 현실적이고 세부

1) 본 글의 특성상 동적통행비용함수에 대한 세부적인 언급은 생략하기로 하며, 동적통행배정모형 및 동적통행비용함수에 대한 보다 자세한 내용은 Dynamic traffic assignment models with departure time choice(Jin-Su MUN, 2002, PhD thesis at University College London)를 참조

적인 분석이 가능하다는 장점이 있는 반면, 이를 활용하기 위해서는 분석 시간대별(예를 들면 1분 또는 10분 등) 기·종점 통행량자료인 동적OD표가 우선적으로 마련되어야 하는 단점이 있다. 물론 기존의 OD표에 운전자의 출발시간분포특성을 반영하여 개략적인 동적OD표를 구축·활용할 수는 있으나, 정밀한 동적OD표의 작성을 위해서는 많은 시간과 비용이 소요된다.

신뢰성있는 동적통행배정결과를 도출하기 위해서는 교통류의 공간적 이 동행대묘사 및 적절한 통행시간의 예측이 가능한 동적통행비용함수의 개발이 필요한 실정이다. 동적통행비용함수에 대한 이론적 연구는 어느 정도 이루어져 있으나, 동적통행배정모형의 실무활용을 위해서는 통행비용함수의 통행시간 예측에 대한 실증적인 검증노력이 필요한 상황이다.