

자전거를 탄 공간정보 아이디어 기획서

건축학과 이윤휘, 산림과학부 이자윤, 경영학과 박서영, 컴퓨터공학부 손상준

우리는 서울특별시의 공공자전거 서비스 '따릉이'를 공공 교통수단 환승제도에 포함시키는 방식을 제안하고 그 타당성 및 효용성을 공간지리정보를 활용해 연구하고자 한다.

1. Introduction (연구 배경 및 목적)

(서울시의 MaaS 도입 목표 방향과 따릉이 환승제도) 서울시는 하나의 플랫폼을 통해 이동에 필요한 모든 서비스(교통정보 검색, 수단 선택, 예약, 결제 등)를 이용할 수 있는 통합 교통이용환경을 제공하는 Mobility as a Service(MaaS)의 실현을 목표로 하고 있다. 이미 완성된 대중교통 네트워크를 기존처럼 편리하게 이용하면서 택시, 공공자전거, 나눔카, PM(Personal Mobility), 자율주행차 등 다양한 연계교통을 이용하여 끊김이 없는 교통(Seamless Travel)을 추구한다.¹ 따릉이는 서울특별시에서 2015년 10월부터 본격적으로 정식 운영을 시행한 완전 무인 공공자전거 대여 서비스이다. 따릉이 등의 대중교통 수단간의 환승을 통한 복합교통수단이용자는 MaaS의 고정 수요층으로 예상되며, 서울연구원(2018)의 설문조사에 따르면 이동시간 단축과 편의성을 위해 복합교통수단을 이용한다고 응답했다. 그러나 수단에 대한 정보 부족, 수단별 결제에 대한 불편함, 환승 시의 불편함을 호소하고 있어 따릉이를 비롯한 복합교통수단 환승 시스템에 대한 면밀한 분석과 개선이 필요하다.

(따릉이 적자 문제) 서울시 공유자전거 '따릉이'의 누적 이용건수가 1억 건을 앞두는 등 시민에게 사랑받고 있지만, 적자 폭은 갈수록 커져 딜레마에 빠졌다.² 서울시는 따릉이에 광고판을 붙이는 방식 등으로 수익성 문제를 돌파할 방침이지만 적자를 감당하기 힘든 지역은 공공자전거 사업에서 손을 떼고 있다.

(따릉이 환승제도 현황과 문제점) 따릉이가 더 효율적인 시민의 교통수단으로 자리잡는 방안으로 대중교통 환승 시스템과의 연계를 제안하는 이용자들이 존재한다. 이와 같은 내용을 담은 서울자전거 공식 홈페이지의 문의 게시판에 등록된 따릉이의 문제점과 개선방안에 대한 의견을 담은 글에 대해 서울특별시는 다음과 같은 입장을 내놓았다.

"따릉이와 대중교통과의 연계에 대해서는 대중교통이용과 관련하여 365일 이용 회원일 경우 환승마일리지를 적립하는 제도를 시행 중에 있습니다만, 앞으로 좀 더 대중교통과 연계될 수 있도록 다양한 방안을 모색하여 적용시킬 수 있도록 따릉이 모바일 고도화 사업을 추진하고자 합니다."

그러나 2022년인 현재까지도 365일 이용 회원들만을 대상으로 자전거 이용 전후 30분 이내에 버스나 지하철을 이용했을 때 자전거 이용권 구매 시 사용할 수 있는 마일리지를 1회 100포인트, 하루 최대 200포인트까지 적립받을 수 있는 대중교통 환승 마일리지 적립 제도만이 시행중으로, 현 환승제도에 적극적으로 포함되어 있지 않다.

(연구 목적과 방법) 따라서 본 연구에서는 공간지리 정보를 이용해 따릉이와 다른 대중교통 간에 복합적인 이용이 더욱 적극적으로 이루어질 수 있는 기반을 마련하고자 한다. 구체적으로, 다른 교통수단들에 적용돼있는 환승 제도에 따릉이를 연계시켰을 때 새로운 효용성을 가진 루트를 제안할 수 있는지를 알아보고자 한다. 루트의 효용성은 시간, 비용, 거리, 안전성, 경사도, 환승횟수의 요인을 기준으로 판단한다. 따릉이는 인력을 동력으로 사용하는 이동수단이기 때문에 경사도의 영향을 받고, 자전거 도로의 종류와 설치 여부에 따라 주행속도와 안전성이 좌우되어 타 대중교통에 비해 이용자가 우선시 하는 요인에 따라 선호하는 경로가 달라질 수 있다.

(연구의 의의) 본 연구의 결과는 따릉이 대여비 책정 및 환승제도 연계에 따른 운영방식에 대해 새로운 관점을 제시하면서 향후 통합적인 교통이용환경 개발에도 발전적인 정책 제안에 활용될 수 있을 것으로 생각된다. 우리는 궁극적으로 본 연구가 따릉이를 효율적으로 이용하고 싶은 이용자의 니즈와 지자체의 공공자전거 수익성 개선 방안에 동시에 접근할 수 있을 것으로 기대한다.

¹ 서울연구원(2018). 서울형 통합교통서비스 도입방안

² 관련 기사, [한해 100억 적자 '따릉이' 어쩌나...지방선 공공자전거 사업 철수](#)

2. Related Works (선행 연구)

공유자전거 이용 특성에 관한 연구와 대중교통 간의 복합 연계에 관해 참고할 수 있을 것으로 생각되는 선행 연구는 다음과 같이 정리할 수 있었다.

MaaS 도입에 따른 교통수단간 연계 및 Assignment 기법 연구(윤영관, 2019)는 MaaS 개념을 이용해 세종시 행복도시의 실제 교통환경 데이터를 기반으로 네트워크 모델링을 제작한 후 공공교통수단의 정류장 위치를 재배치하거나 환승 절차를 최적화한 MaaS 시스템 모델링을 제안하였다. 분석 결과를 다양한 주제로 가시화하였다. 전체적인 연구 흐름과 목적이 유사하며, 주제도를 적극적으로 사용한 면 등을 연구를 진행하는 과정에서 참고할 수 있을 것으로 생각된다.

공간네트워크의 이변량공간상관관계를 이용한 서울시 자전거와 버스 대중교통의 연계 가능성 분석(김영호, 2011)은 2006년 수도권 가구통행실태조사 데이터를 이용하여 네트워크 연결행렬을 제작했으며, 링크 사이의 국지적 자기공간상관관계와 이변량공간상관관계를 계산했다. 특정 링크가 자전거 네트워크와 대중교통 네트워크 양쪽에서 높은 자기공간상관관계 값을 나타내는 경우에는 대중교통과 자전거 이용 연계 가능성을 높일 수 있음을 시사한다.

누적환승합수를 고려한 경험적 최적경로탐색 방안(신성일 외 2, 2016)은 임의의 노드에서 다른 노드로 이동하는 여러 경로를 찾아내고, 선정된 경로의 집합 중에서 여러 변수를 고려하여 가장 최적의 경로를 찾아내는 방안을 제안하고 있다. 최적경로탐색 방법, 특히 환승이 누적됨에 따라 이용자가 겪는 불편까지도 최적경로탐색에서 고려한다는 점을 본 연구에서 활용할 수 있을 것으로 보인다.

서울시 공공자전거 이용특성에 관한 연구(장재민 외 2, 2016)는 여의도 일대와 상암동의 자전거 대여소의 대중교통접근성 현황, 유동인구 현황, 토지이용특징 등을 분석하여 대여소 설치 위치의 방향성을 도출했다. 특정 대상지의 대중교통 및 따릉이 이용 현황 데이터 활용 시 위 선행연구를 참고할 수 있다.

3. Proposed Method & Milestones (연구 방법 및 계획)

우리는 다음과 같은 단계로 연구를 진행할 계획이다.

Step-A. A에서 B로 가는 다양한 루트에 대해 기준 (비용, 시간, 거리, 안전성, 경사, 환승횟수)에 대한 정량적 분석 및 최적 경로를 도출한다.

(A-1) 기존 대중교통 수단을 이용했을 때의 사용자가 중요시하는 기준과 더불어 따릉이를 도입했을 때 타당성을 대변할 수 있는 기준을 마련한다. 경로를 지정한 루트에 대해 정량적인 점수 측정하고 기준을 극대화할 수 있는 루트 모색 알고리즘을 고안한다.

(A-2) 기준별 최적의 루트를 지도상에 표현하고 이동하는 경로에 따라 점수 변동을 함께 도식화하여 실제 사용자에게 체감하는 지표와의 유사성 검증을 진행한다.

Step-B. 출발점 A를 고정한 뒤 도착지를 바꾸어가며 각각의 기준에 대해 따릉이를 이용함으로써 효용성이 높은 지역을 추출한다. 서울시내의 임의의 도착지 B에 대해 기준을 극대화하는 최적 루트가 따릉이를 타는 루트인지 아닌지 판단한다.

(B-1) 비용, 시간, 거리, 안전성, 경사, 환승횟수 각각에 해당하는 효용성이 높은 구역을 점을 기반으로 한 벡터 레이어를 형성한다.

(B-2) 공간 합역에 따른 분석을 진행하여 따릉이 효용성이 높은 구역 단위를 참/거짓 벡터 레이어로 추출한다.

Step-C. 서울시내의 임의의 출발지 A에 대해 이전 단계에서 구한 따릉이 효용성 벡터 레이어를 쌓아 (점수를 누적하는 등의 방식으로) 새로운 래스터 레이어를 얻을 수 있다. 서울시내의 모든 지점에서 따릉이를 타기에 적합한 장소를 파악하기 위한 스칼라 데이터를 확보할 수 있다.

(C-1) 서울 시내의 모든 지역을 hexagon으로 구분하고 각각의 지역의 속성치 밀도를 계산하여 열지도로 표현한다.

(C-2) 따릉이 효용성이 낮은 지역에 대하여 따릉이 대여소 위치 및 따릉이 대수를 최적화하기 위한 솔루션을 제시한다.

전체적인 틀은 위와 같이 구상하였으나, 본 연구를 진행하는 데에 있어 분석할 수 있는 공간적 범위에 한계가 있다는 점과 연구 방법의 적용 단계에서 예상치 못한 시행착오를 겪을 수 있다는 점을 인식하였다. 따라서, Step-A에 해당하는 내용을 우선적으로 구체화하여 출발지를 서울시 서초구 방배동에 위치한 '대한건축학회'로, 도착지를 '서울대학교'로 지정

해 서울대학교 통학 루트와 관련해 제안하는 연구를 먼저 진행하고자 한다. 이후 진행이 원활할 경우, 해당 연구 결과를 Step-B와 Step-C의 더 넓은 범위에 대해 적용해 단계적으로 연구를 진행하고자 한다.

선행연구를 참고했을 때, 본 연구에서 이용할 수 있을 것으로 생각되는 데이터 목록은 다음과 같다.

종류	활용 방안
따릉이 대여소 위치정보	기존 경로 분석 및 제안
따릉이 대여이력 위치정보	
국가철도공단 수도권2호선 역위치	
서울특별시 버스정류소 좌표	
서울시 자전거도로 지도	
서울시 공공자전거 이용정보	따릉이 마일리지 제도 개선
서울인포그래픽스(따릉이 관련)	

4. Expectation (예상 결과)

(이용자 니즈별 경로 추천 소결) 우리는 A지점에서 B지점까지 버스, 지하철, 따릉이를 복합적으로 사용해 이동할 때 이용자마다 중시하는 요인에 따른 최적 경로를 제안할 수 있을 것을 기대한다. 구체적으로는, 대한건축학회에서 서울대학교 자하연까지 가는 경로에 대해 1) 최소 소요 시간 경로, 2) 최소 소요 비용 경로, 3) 최소 거리 경로, 4) 최대 안전성 경로, 5) 최소 경사도 경로, 6) 최소 환승횟수 경로 총 6가지의 경로를 모색하여 제안할 수 있을 것이다. 중시하는 요인이 상이함에 따라 각 경로 간 버스, 지하철, 따릉이 간의 이용 비율이 상이할 것으로 예상된다. 예를 들어, 최소 소요 시간 경로의 경우, 지하철 또는 버스의 이용 비율이 따릉이 이용 비율에 비해 높을 수 있는 반면, 최소 소요 비용 경로의 경우 그 비율이 낮을 수 있다. 한편, 경로별로 특히 중시되는 요인이 있으나, 나머지 요인과의 균형 역시 무시될 수 없다. 따라서, 제안된 6개의 경로는 모두 주요 요인이 아닌 나머지 요인을 포함해 다시 한 번 평가되며, 결과적으로 전체 요인에 대해 균형이 좋은 최적의 루트 하나를 도출할 수 있을 것으로 예상된다. 제안된 모든 루트가 표시된 통합 지도와 각 요인별 루트가 따로 표기된 맞춤형 지도를 제작할 수 있다. 이용자별 니즈에 따른 경로 추천의 연구 목적에 따라, 제작된 지도들은 따릉이 이용 활성화에 기여할 수 있는 공공 정보의 예시가 될 것으로 예상된다.

(마일리지 제도 최적화 소결) 본 연구에서는 따릉이를 환승제도에 적극적으로 포함시켜 경로를 제안한다. 이 과정에서 기존의 '따릉이 마일리지 제도'를 적용하는 부분에 있어 문제가 나타날 것으로 예상된다. 예를 들어, 따릉이를 활성화시키기에는 기존 마일리지 제도가 365일 정기권 이용 회원들만을 대상으로 한다는 점에서 따릉이 입문자에게는 큰 메리트가 되지 못하는 것으로 생각할 수 있다. 또한, 기존 제도에서 하루 최대 200포인트의 혜택만을 받을 수 있도록 제한해놓았기 때문에 버스나 지하철의 환승제도와는 달리 전체 경로 상에서 버스, 지하철, 따릉이 간 연속적인 전환이 이루어지기 쉽지 않다. 나아가, 마일리지 100 포인트의 개념은 금전적으로 얼마에 해당하는지, 차후 따릉이 이용 과정에 얼마만큼 기여할 수 있는지 와닿지 않는다. 본 연구에서 제안할 경로들은 '이용자 니즈에 따른 경로 추천'이라는 연구 목적의 결과이면서 동시에 마일리지 제도의 재정비와 최적화의 필요성을 뒷받침하는 근거가 될 수 있을 것이며, 그에 따라 본 연구에서 새로운 마일리지 제도를 제안할 수 있을 것으로 예상된다.

(연구의 시사점) 이용자 니즈에 따른 경로를 추천하는 방안에 대한 제안과 마일리지 제도의 최적화 방안에 대한 제안은 본 연구 결과의 두 축을 이루면서 궁극적으로는 대중교통과 공공 교통수단이 활발하게 연계되어 이용될 수 있는 가능성과 필요성을 시사할 수 있을 것으로 예상된다.

Reference (참고 문헌)

- 김영호(2011). 공간네트워크의 이변량공간상관관계를 이용한 서울시 자전거와 버스 대중교통의 연계 가능성 분석, 한국도시지리학회지, 14(3), pp.55-72.
- 신성일, 백남철, 남두희(2016). 누적합승합수를 고려한 경험적 최적경로탐색 방안, 한국ITS학회 논문지, 15(3), pp.60-67.
- 장재민, 김태형, 이무영(2016). 서울시 공공자전거 이용특성에 관한 연구, 서울도시연구, 17(4), pp.77-92.
- 윤혁렬 외 4(2018). 서울형 통합교통서비스 도입방안, 서울연구원 정책과제연구보고서, pp.1-84
- "서울자전거 따릉이 문의/FAQ: 서울시 공용 자전거 따릉이 활성화를 위한 문제점 및 해결방안." [서울자전거 따릉이](#)
- 서울연구원. "서울시 '따릉이', 누가 언제 이용하나?". 서울인포그래픽스. <https://www.si.re.kr/node/60109>