

고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발

2013. 10.

주관연구기관 / 한국철도공사

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

Ministry of Land Infrastructure and
Transport R&D Report

고속철도와
타
교통수단간
연계성
지표
개발

2013

국토교통과학기술진흥원
국토교통부

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 미래철도기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

[뒤표지]

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원) 귀하

이 보고서를 “고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발” 과제의 최종
보고서로 제출합니다.

2013. 10.

주관연구기관명 : 한국철도공사

주관연구책임자 : 김병관 책임연구원

연 구 원 : 왕연대

” : 김현구

” : 하오근

” : 김현주

” : 신현주

보 고 서 요 약 서

과제고유번호	12PRTD - C063969 - 01	해 당 단 계 연 구 기 간	2012.10.26.~ 2013.10.25.	단 계 구 분	1차년도 /1차년도
연 구 사 업 명		미래철도기술개발사업			
연 구 과 제 명	대 과 제 명	고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발			
	세부과제명				
연 구 책 임 자	김 병 관	해당단계 참 여 연구원수	총 : 6명 내부 : 5명 외부 : 1명	해당단계 연 구 비	정부 : 50,000천원 기업 : 천원 계 : 50,000천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 6명 내부 : 5명 외부 : 1명	총연구비	정부 : 50,000천원 기업 : 천원 계 : 50,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한국철도공사 연구원 경영연구처		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위 탁 연 구	연구기관명 :		연구책임자 :		
요 약				보고서면수	
국가 전체의 지속가능한 교통체계 확립을 위한 연계교통체계 구축이 중요한 교통정책으로 대두되고 있고 철도 및 대중교통은 통행의 완결성 부족으로 인해 수단간 연계성을 고려하는 것이 필수적이라 할 수 있다. 특히, 고속철도는 우리나라 교통체계의 획기적 변화를 가져왔고 고속철도역은 다양한 수단이 연계되어야 하는 중요한 교통 결절점으로 수단간 연계교통망 차원에서 분석이 필요하다. 이에 본 연구는 고속철도역의 연계교통망 차원에서 고속철도와 연계교통수단의 연계기능을 객관적이고 정량적으로 분석하기 위한 새로운 연계성 분석 기법을 제시하고자 한다. 서울역, 부산역, 울산역, 신경주역을 공간적 범위로 설정하였고 고속철도역사내의 내부환승시설을 제외한 고속철도역과 영향권내 기종점간을 연결하는 연계교통수단의 연계기능을 분석하였다. 구축된 세부 연계기능 지표를 이용하여 구조방정식 모형을 적용한 연계성 분석 기법을 제시하고 연계성 지표를 개발하였다.					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	고속철도, 연계교통망, 연계성지표, 연계기능, 고속철도역 영향권			
	영 어	High-speed Rail, Intermodal Network, Connectivity Index, Connecting Performance, Stations sphere of influence			

목 차

[국문 요약문]	i
1. 연구개발과제의 개요	1
가. 연구개발의 필요성 및 목적	1
나. 연구개발의 범위 및 내용	2
2. 국내외 관련 연구개발 현황	5
가. 연계성 분석 연구	5
나. 구조방정식 모형 검토	12
3. 연구개발 수행 내용 및 결과	14
가. 연구개발과제의 연계성 개념	14
나. 연계성 분석 방법론 및 자료 구축	15
다. 연계성 지표 모형 구축	24
라. 연구개발 모형의 적용	31
4. 목표달성도 및 관련분야의 기여도	42
가. 연구개발 목표 달성도	42
나. 연구개발 결과의 기여도 및 기대성과	44
다. 추가연구의 필요성	47
[참고 문헌]	49
[부록 1] 연계기능 요소의 세부기능 지표	52
[부록 2] 자문회의 수행 내용	56

요 약 문

I. 제목

- 고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발

II. 연구개발의 필요성 및 목적

- 철도의 수단경쟁력을 높여왔고 향후 더 높은 경쟁력을 도모할 수 있는 수단은 고속철도라 할 수 있으며 이러한 고속철도 관련시설 중 고속철도역은 다양한 수단이 연계되어야 하는 중요한 교통 결절점으로서 수단간 연계 교통망차원의 분석 및 평가가 요구됨
- 기존에 전문가의 주관적 판단에 의존하고 역사의 시설 평가에 중점을 두었던 고속철도역의 연계기능 분석(시설적 평가)을 고속철도역의 영향권을 대상으로 연계교통망 차원의 객관화된 통계적 분석기법을 적용하는 기술(공간적 평가)을 개발하고자 함
 - 고속철도와 타 교통수단 간 연계 교통망(Intermodal Network) 차원의 연계성(Network Connecting Performance) 분석기법 및 연계성 지표(Connectivity Index) 개발
 - 분석대상 고속철도역의 연계성 지표를 산정하고 실제 적용 및 분석 수행

III. 연구개발의 범위 및 내용

- 공간적 범위는 고속철도역 중 고속철도 전용선 건설이 완료된 경부고속선을 중심으로 고속철도 이용자가 많고 비교적 연계기능이 우수하다고 판단되는 서울역, 부산역 그리고 연계기능이 미비하다고 판단되는 울산역, 신경주역을 대상으로 연구를 수행함
- 연구의 내용적 범위로 고속철도 역사내의 내부 환승시설을 제외한 고속철도역과 영향권내 기종점간을 연결하는 연계교통수단의 연계성을 대상으로 분석함

- 고속철도역을 기준으로 영향권내 기종점에 대한 고속철도와 타 교통수단간 연계성 분석기법을 제시하고 연계성을 평가할 수 있는 연계성 지표 (Connectivity Index)를 산정하여 실제 적용 및 분석을 시행함

IV. 연구개발 수행 내용

- 연구개발에서는 고속철도와 타 교통수단간 연계성을 ①고속철도역과 연계되는 교통수단의 공급, ②고속철도역과 연계되는 교통수단의 연속성, ③고속철도역과 연계되는 교통수단의 교통정보를 통하여 고속철도역과 영향권 내 교통존간의 상호연결성의 정도라 정의하고자 함
- 연계기능 구성요소별 세부 연계기능 지표에 대하여 현장조사, 인터넷조사, 문헌조사를 수행하고 개별지표의 산정기준에 따른 정량화/지수화된 수치를 DB로 구축함
- 확인적 요인분석을 통해 세부 연계기능 지표(관측변수)와 연계성 지표(내생 잠재변수)간 구조방정식 모형을 설정하고 모형분석을 통해 통계적 유의성 및 적합도를 확인하여 최종 연계성 지표 산정을 위한 구조방정식 모형을 도출함
- 모형 1 적용(도시철도 특성 반영)과 모형 2(도시철도 특성 미반영)를 분석 대상역에 적용하고 분석을 수행함

V. 연구개발의 기여도 및 활용계획

- 기존 방법이 용량개선과 전문가 설문의 주관적 관점에 중점을 두고 연계시설의 시설적 측면의 평가 방법이라면 본 연구개발 방법론은 고속철도역의 영향권이라는 공간적 측면을 대상으로 세부 연계기능에 대한 연계성 개선과 정량적 가중치 분석에 중점을 두었음
- 분석방법론에 제시된 프로세스는 기존에 환승센터의 내부 환승시설 정비를 위해 적용되었던 용량분석 방법과는 다른 관점의 방법이라 할 수 있고 본 연구개발의 방법론은 다양한 평가방법론 개발에 적용될 수 있을 것임
- 기존에 다루어지지 않은 연계교통정보의 영향을 고려하여 교통정보의 중요

성을 파악해 본 의의가 있고 운영자 측면의 연계교통수단의 공급 특성과 이용자 측면의 연계교통수단의 연속성, 연계교통정보 특성을 고려하여 운영자와 이용자 모두를 고려한 연계성 지표를 개발하고자 하였음

- 개발된 모형을 이용하여 현재 운영 중인 고속철도역과 앞으로 건설 예정인 고속철도역을 대상으로 그 영향권에 대한 연계교통수단간 연계기능을 평가하고 개선하는 피드백(feedback) 작업을 수행할 수 있을 것임
- 고속철도역의 연계기능을 향상시키기 위해서는 철도공사, 철도시설공단, 지자체 등 다양한 관련기관의 상황인식과 협의가 필요할 것이고 철도공사는 현재 운영 중이거나 운영 예정인 고속철도역의 연계성을 높이기 위해서 본 연구개발 결과를 활용하여 관련 기관과의 협의에 활용할 수 있을 것임
- 고속철도역의 영향권에 포함된 지자체도 시민들에게 통행의 편리성이라는 복지를 제공하고 업무·관광 등의 통행수요를 증대하기 위해서는 고속철도와 연계성이 중요할 것임
- 이러한 연계성을 높이기 위하여 충분한 연계교통수단과 연계교통정보를 제공하기 위한 사업을 시행하여야 할 것이고 이와 관련한 사업을 평가하고 개선하기 위해서도 본 연구개발의 결과가 활용될 수 있을 것임
- 본 연구개발에서는 세부 연계기능 지표에 대한 상호관계를 고려하기 위하여 정량화 작업이 필요한데 향후 보다 합리적인 정량화 방법에 대한 공학적 연구가 수행될 필요가 있고 연구개발 결과를 보완하여 좀 더 일반화할 수 있는 모형을 구축하기 위해서는 좀 더 광범위한 조사와 분석이 필요할 것이라 판단됨. 이를 통해 구축된 DB는 다양한 연구에 활용될 수 있을 것임

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발의 필요성 및 목적

1) 연구개발의 필요성

- 철도, 도로, 항공 등 각 수단들은 서로를 경쟁수단으로 인식해 오고 있으나 하나의 목적통행은 다양한 수단통행으로 이루어짐으로 국가의 체계적인 교통정책을 위해서는 수단간 연계를 고려한 정책방향이 필요함
- 특히, 승용차를 제외한 친환경 수단으로 인식되고 있는 철도 및 대중교통은 통행의 완결성 부족으로 인해 수단간 연계성을 높이기 위한 정책 고려가 필수적임
- 철도의 수단경쟁력을 높여왔고 향후 더 높은 경쟁력을 도모할 수 있는 수단은 고속철도라 할 수 있으며 이러한 고속철도 관련시설 중 고속철도역은 다양한 수단이 연계되어야 하는 중요한 교통 결절점으로서 수단간 연계 교통망차원의 분석이 요구됨
 - 고속철도와 버스, 지하철, 택시, 승용차, 자전거 등 다수단 교통망 차원에서 연계성 분석 필요
- 기존의 고속철도역은 환승센터의 일부로 평가되어 왔고 평가는 내부이동시설, 환승편의시설, 시설배치기준 등 내부 환승시설의 용량 및 서비스 위주로 평가가 이루어져 연계 교통망 차원에서의 연계기능 고려가 미흡하였음
 - 기존 교통연계 및 환승시설 평가는 내부 이동시설, 환승편의시설, 시설배치기준에 대한 시설용량 및 내부 환승서비스에 대한 평가가 주요 대상
- 또한 전문가 설문조사에 의한 평가항목의 주관적 가중치에 의해서 평가가 이루어져왔다 할 수 있어 지금까지 정성적·평면적으로 다뤄왔던 고속철도역의 연계교통망을 정량적·입체적으로 분석하기 위해서는 다수단 교통망차원

의 새로운 연계성 분석기법 개발이 필요하다 판단됨

2) 연구개발의 목적

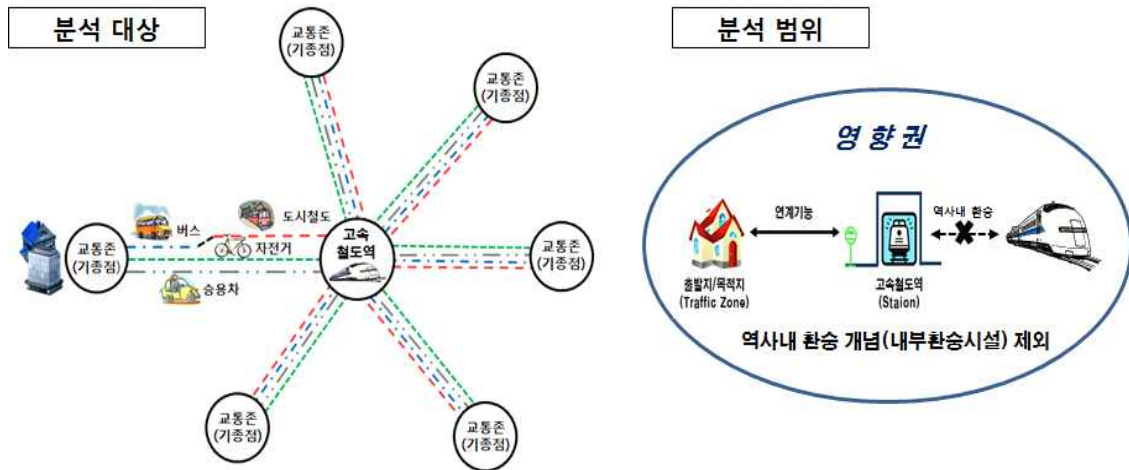
- 본 연구개발과제는 철도정책을 지원하기 위한 이론적 아이디어 및 정책지원 수단을 개발하고자 하는 창조형모험 공모과제에 속함
- 기존에 전문가의 주관적 판단에 의존하고 역사의 시설 평가에 중점을 두었던 고속철도역의 연계기능 분석(시설적 평가)을 고속철도역의 영향권을 대상으로 연계교통망 차원의 객관화된 통계분석 기법을 적용하는 기술(공간적 평가)을 개발하고자 함
- 고속철도와 타 교통수단 간 연계 교통망(Intermodal Network) 차원의 연계성 지표(Network Connecting Performance Index) 분석기법을 다음과 같이 개발하고자 함
 - 고속철도역의 연계기능 요소에 영향을 미치는 세부 연계기능을 정량적으로 제시
 - 통계적 분석을 이용하여 기존 연계성의 정성적인 분석과 용량분석 기반의 평가 방안을 대체 보완하여 연계교통망 차원에서의 종합적이고 객관화된 고속철도역의 연계성 분석기법 개발
- 고속철도역의 연계교통수단간 연계기능을 평가할 수 있는 고속철도역의 연계성 지표를 산정하고 실제 적용 및 분석을 수행함
 - 연구개발과제에서 개발된 고속철도역의 연계성 지표에 근거한 문제점 분석 및 활용방안 제시

나. 연구개발의 범위 및 내용

- 본 연구개발의 공간적 범위는 고속철도역 중 고속철도 전용선 건설이 완료된 경부고속선을 중심으로 고속철도 이용자가 많고 비교적 연계기능이 우수

하다고 판단되는 서울역, 부산역 그리고 연계기능이 미비하다고 판단되는 울산역, 신경주역을 대상으로 연구를 수행함

- 연구의 내용적 범위로 고속철도 역사내의 내부 환승을 제외한 고속철도역과 영향권내 기종점간을 연결하는 연계교통수단의 연계성을 대상으로 분석함



(그림 1) 연구개발의 내용적 범위

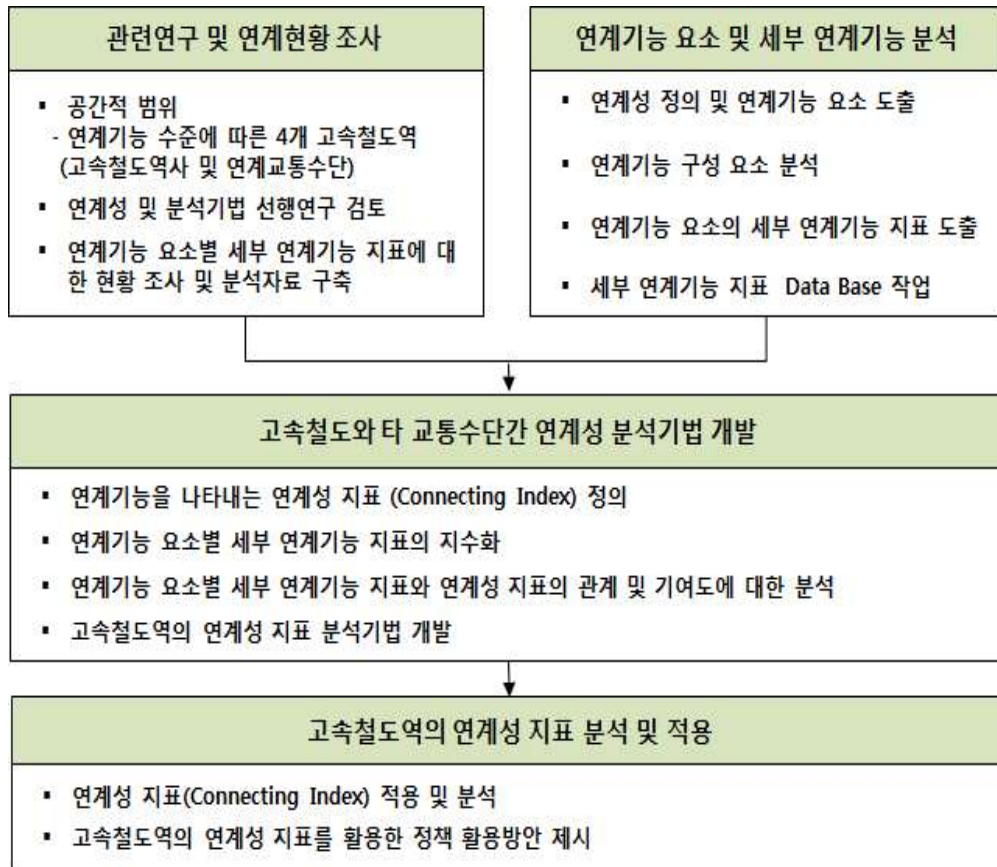
- 여기서, 영향권이란 분석 대상역을 기준으로 고속철도 이용수요가 발생하는 KTDB 존 체계의 행정구역별 교통존 모두를 포함하였고 영향권 선정을 위한 자료는 한국철도공사‘여객철도 이용자 통행행태 조사·분석 연구(2012)’를 참고함



(그림 2) 분석 대상역의 영향권 선정

- 연구의 공간적 범위와 내용적 범위에서 알 수 있듯이 연구의 수행과정은 고속철도역을 기준으로 영향권내 기종점에 대한 고속철도와 타 교통수단간 연계성 분석기법을 제시하고 연계성을 평가할 수 있는 연계성 지표 (Connectivity Index)를 산정하여 실제 적용 및 분석, 활용방안을 제시하는

것임



(그림 3) 연구개발 수행 과정

2. 국내외 관련 연구개발 현황

가. 연계성 분석 연구

1) 국내 연구개발 현황

- 교통 및 관련 분야의 연구에서 연계와 연계성에 대하여 유사하지만 다양한 정의를 내리고 있고 이와 관련한 내용을 정리하면 다음과 같음

<표 1> 연계와 연계성에 대한 기존 정의

구 분	정의	연구자
연계	환승센터로 접근하는 교통수단(철도, 항공, 버스, 지하철, 택시, 승용차, 자전거 등)간의 상호 연결 또는 연속을 나타내는 상태	김강섭(2010) 이종국(2010) 김성은(2008) 권영중(2007)
	여객과 화물이 임의의 기·종점간의 이동을 위해 두 개 이상의 교통수단을 이용하거나 수단 내에서 다른 위계/노선을 이용할 때 사용되는 서로 다른 유형의 시설·수단·운영 등으로 두 지점 사이를 단절 없이 이용 가능한 상태	철도설계기준(2012)
	두 개 이상의 시스템을 연결하여 사용할 때 사용자가 마치 하나의 시스템을 쓰는 것처럼 느낄 수 있게 되는 것	건설교통부(2004)
연계성	전체 안에서 공간성격의 유사성을 기준으로 엮어진 개별공간들만의 연결구조의 배치형태	김찬주(2002)
	어떤 한 대상이나 또는 둘 이상의 내적인 구성 요소들끼리 또는 어떤 외적 연결체를 통하여 상호 관계를 맺고 하나의 구성체처럼 작용할 수 있게 만드는 요소	신호철(2009)

- 본 연구개발 과제와 관련한 연계성에 대하여 간단히 정의하자면 고속철도를 이용하기 위하여 통행의 기종점에서 타 교통수단을 이용하여 고속철도역 까지 이동시 하나의 수단을 이용하는 것처럼 연결되어 있는 정도라 볼 수 있음

- 국내의 연계성과 관련한 대부분의 연구는 사회과학 분야에서 수행한 경우가 대다수이고 교통분야에서 대부분 주로 도로 부문의 연계성 분석에 대해서 연구가 있어왔음

<표 2> 연계성 분석 관련 연구 개발

연 구	연구자	내 용
교통연계 및 환승시스템 기술개발	김종해(2008) 한성엽(2009) 김철순 (2008, 2009) 이종국 (2009, 2010)	• 연구의 일부분으로 연계 및 환승시스템에 대한 평가방법론이 연구되었으나 용량편람과 설계지침에서 제시된 용량을 재산정하고 이러한 용량분석에 근거한 서비스 평가지표를 계산 • 산정된 각 서비스 평가지표에 대한 전문가 설문(AHP) 가중치를 적용 연계교통망 차원이 아닌 환승센터 내부 환승 시설 위주의 서비스 평가 수행
복합수단 대중교통 네트워크의 연계성 평가 모형	박준식(2010a)	• 연계성 평가의 최소 단위를 대중교통 정류장으로 하여 정류장을 서비스하는 노선들의 연계강도의 합으로 정류장 연계성 지수를 산정하고 지역내 연계성 지수는 해당지역의 정류장 연계성 지수의 합으로 계산 • 지점(정류장)의 연계성을 대중교통 수송용량, 통행속도, 노선연장 3가지 요소만을 고려하고 3가지 요소의 상대적 중요도는 고려 못함.
도로 네트워크의 노드 연계성 산정에 관한 연구	박준식(2010b)	• 특정 노드가 평가의 대상이 되며 네트워크 연계성은 네트워크 내의 타 노드들과 연결되어 있는 정도로 정의 • 노드의 유출·입 연계성 지수를 산정한 후 산정된 유출·입 연계성 지수의 평균값이 노드의 연계성 지수로 정의(경로의 수, 도로 설계속도, 도로용량이 큰 비중 차지) • 소규모 가상 도로망에 적용하여 평가하였고 철도 네트워크에 적용하기에는 한계가 있음
표 계속		

<표 2> 연계성 분석 관련 연구 개발

연 구	연구자	내 용
교통물류거점의 네트워크 연계성 개선효과 분석 방법론	박준식(2010c)	- 공급연계성과 체감연계성을 산출하고 연계성 감소율 δ를 산출하여 사업시행으로 인한 연계성 개선효과를 분석 - 공급 연계성과 체감 연계성의 변화에 따른 연계교통체계 개선사업의 효과분석에 초점을 두었기 때문에 연계성 지수의 값 자체에 대한 기준치는 설정하지 못함
네트워크 지수를 활용한 국가교통인프라 추진전략 연구	김호중(2012)	- 전국간선망에서의 해당시설(예:고속도로 IC)의 간선기능 평가를 의미하는 교통시설의 중요도와 해당시설 영향권 내 등급별 항만, 철도역, 산업단지, 중요 관광지의 수를 의미하는 네트워크의 연계강도의 부합성을 네트워크 지수로 정의 - 중요도와 연계강도를 상중하 3개의 범위로 구분하여 개념을 정립 및 매트릭스 매칭을 통하여 지수화
네트워킹 기반의 간선도로망 정비를 위한 기초연구	강경표(2011)	- 네트워킹은 서로 다른 기·종점 간을 연결하는 선택 가능한 경로가 두 개 이상 존재하는 도로망을 뜻하는 네트워크의 기능이라 정의내리고 물리적 연계, 교통정보의 공유, 주행조건의 균형, 3개의 요소로 구성 - 네트워킹 구성요소별 세부 연계기능에 대한 산정 지표를 조사한 후 구조방정식 모형을 이용하여 네트워킹 지수를 구성하는 산정지표들의 가중치를 산정

2) 국외 연구개발 현황

가) 사회연결망 이론의 노드 중요성 분석

- 고속철도역과 같이 교통망의 노드에 대한 연계성 관련 연구는 대부분 사회 연결망 이론에서 사용되는 노드 중심성에 대한 연구가 주를 이룸
- 연계성과 관련한 연구는 사회과학 분야의 사회연결망(Social Network)이론을 적용하였으며 사회연결망 이론은 사회구조를 노드(node)와 링크(link)로 표현하고 이들 간의 상호작용을 계량화해 주는 분석이론임
- 사회연결망 이론의 노드 중요성은 주로 중심성(centrality)으로 표현되고 이를 평가하기 위한 연구가 수행되어 다양한 지표들이 제시되어왔고 이 중 널리 쓰이는 지표는 다음과 같음

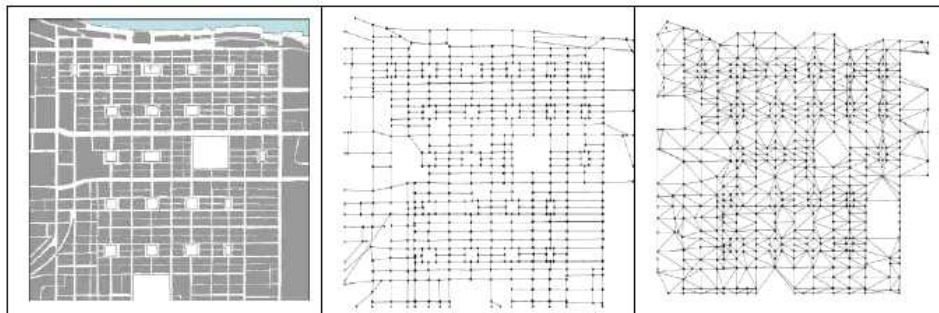
<표 3> 사회연결망 이론의 노드 중요성 분석

지 표	산정식	내 용
연결 중심성 (Degree Centrality)	$C(i) = \sum_j A_{ij}$ $C(i)$: i의 연결 중심성 A_{ij}: i와 j 사이의 직접 노선	• Freeman(1979)이 제안한 지표로 노드에 직접 연결된 링크들의 수를 나타냄 • 연결된 링크가 많을수록 중심에 있다고 보는 방법으로 한 점에서 직접 연결된 링크 수만 측정하므로 간접적인 관계를 측정하지 못하는 단점이 있어 국지적 중심성의 의미가 강함 • 고속철도역의 경우 연계교통수단의 노선수로만 연계성을 판단하게 되므로 속성에 대한 정보를 나타낼 수 없음

연 구	지 표	내 용
근접 중심성 (Closeness Centrality)	$C(i) = \frac{1}{\sum_j d(i, j)}$ $C(i)$: i의 근접 중심성 d_{ij}: i와 j 사이의 최단경로 거리	• Freeman(1979)이 제안한 지표로 각 노드와의 거리를 근거로 하여 중심성을 측정 • 교통망의 중심의 위치에 있는 노드의 중요성이 높게 평가되게 되고 응급시설의 입지 선정 등에 활용될 수 있을 것임 • 교통망의 중심에 위치하는 것만이 연계성이 높다고 볼 수 없는 단점
매개 중심성 (Betweenness Centrality)	$BC(i) = \frac{g_{jk}(i)}{\sum_j g_{jk}}$ $BC(i)$: i의 매개 중심성 g_{jk}: 최단 연결경로의 개수 $g_{jk}(i)$: i를 포함하고 있는 경로의 개수	• Freeman(1979)이 제안한 지표로 네트워크 내 두 노드를 연결하는 최단경로가 해당 노드를 경유하는 비율 • 네트워크 내 각 노드들을 연결하는 연결점으로서의 중요성을 나타내는 척도 • 교통망에서는 요충지 또는 병목지점을 판단할 수 있는 개선지점 산정에 활용될 수 있음 • 교통망의 연결점으로서 중요한 하지만 이를 노드의 연계성으로 보기에는 무리
정보 중심성 (Information Centrality)	$IC(i) = \frac{\sum BC_i - \sum CBC_i}{\sum BC_i}$ $IC(i)$: i의 정보 중심성 $BC(i)$: i 존재시 매개 중심성 $CBC(i)$: i 미 존재시 매개 중심성	• 네트워크 내 한점이 제거될 때 전체 네트워크 측면에서 매개중심성의 변화 정도를 측정 • 노드 A와 B가 오직 C를 통해서만 관계를 맺을 수 있는 경우 C가 없다면 A, B는 연결되기 어려움 • A와 B 사이에 존재하는 C의 정보 중심성은 네트워크상의 A와 B를 연결하는 노드 C의 존재/미존재시의 각 노드의 매개 중심성 변화율로 측정됨

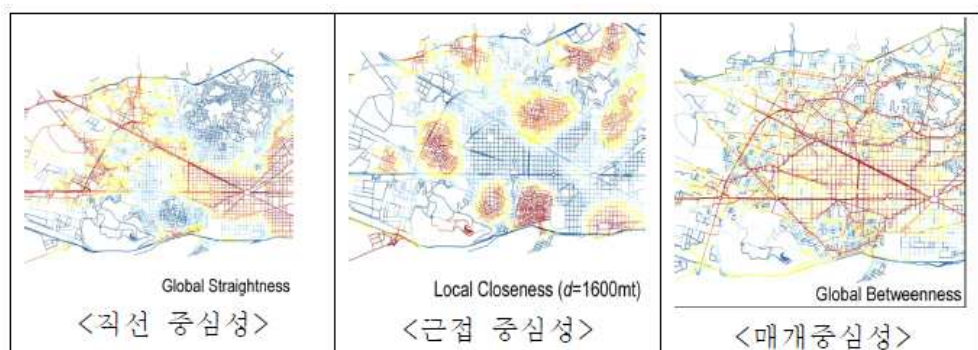
나) 도로망 적용 사례

- Alessio(2006)는 이탈리아 도시가로망의 구조적 특징 파악을 위해 사회연결망 이론의 중심성 개념을 적용하였고 사회연결망 이론의 3가지 중심성 이론을 이용한 다항 중심성 평가(Multiple Centrality Assessment)를 통해 상업 활동과 교통망 중심성의 관계를 규명하고자 함



(그림 4) 도로망 구축의 MCA 평가 사례

- Alessio(2007)는 스페인 바르셀로나시를 대상으로 사회연결망 이론의 근접 중심성, 직선중심성, 매개중심성을 이용해 도시구조를 파악하는데 활용함



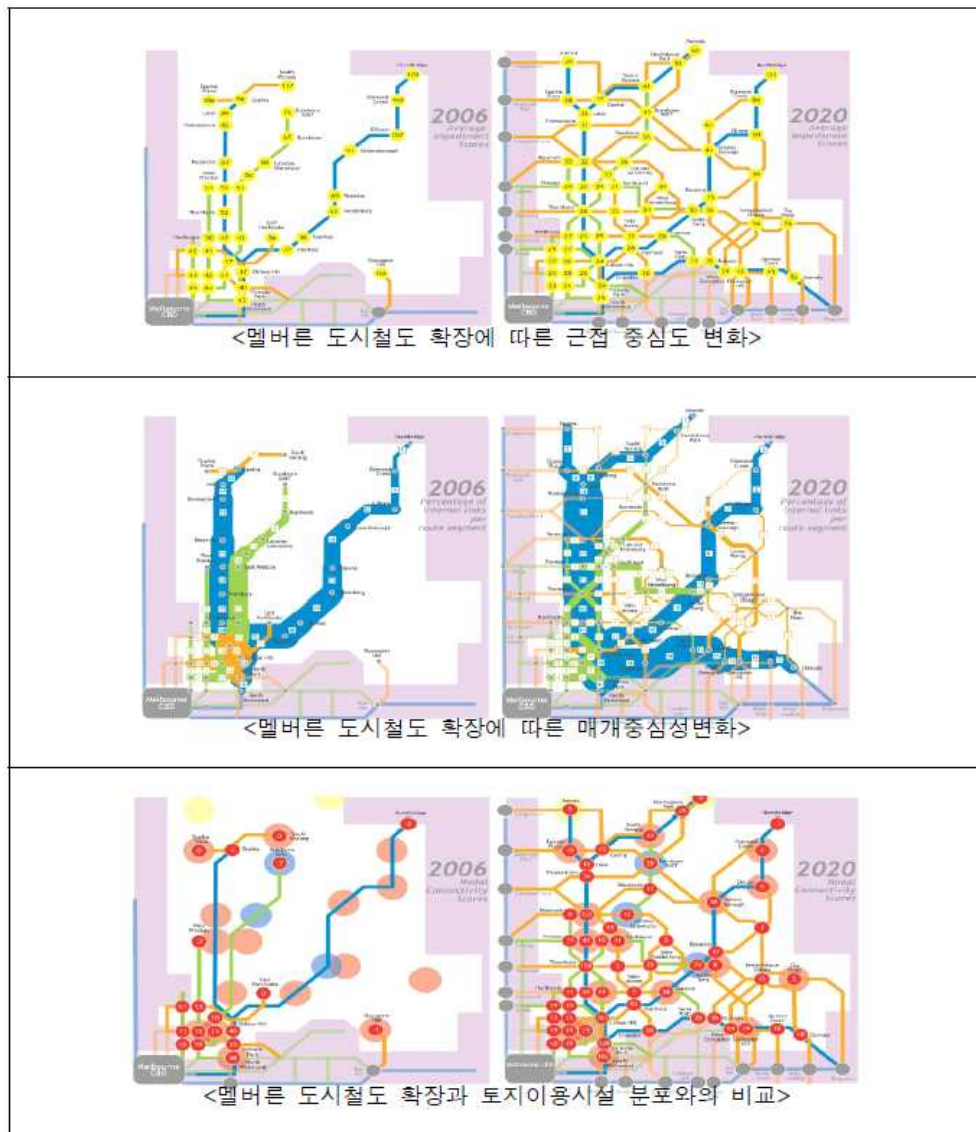
(그림 5) 바르셀로나시의 중심성 이론 평가

다) 철도망 적용 사례

- Ahuri(2006)은 호주 멜버른시의 철도망 확장으로 사회연결망의 중심성 지표

들의 변화와 주변 토지이용의 시설과의 적합성을 비교함

- 멜버른 중심에 근접한 리치몬드 역의 중심성 값이 48에서 182로 개선되어 지역간 연계성이 높아지는 것으로 나타났고 현재 토지이용시설에 공급되지 못하고 있는 광역철도망이 주요시설과의 연계성을 높여주는 것을 시각적으로 표현함



(그림 6) 철도망 확장의 중심성 이론 적용 사례

- 국외 연구의 대부분은 교통분야에서 새로 만들어진 이론이라기보다는 사회

과학분야의 사회연결망 이론을 적용한 연구가 대부분이었음

- 또한 지금까지 연계성과 관련한 국내 연구 중 고속철도를 대상으로 한 연구는 국토해양부의 국가교통핵심기술개발사업의 일환으로 수행된 교통연계 및 환승시스템 기술개발을 대표적으로 들 수 있고 이 연구를 토대로 산출된 유사 연구가 대부분임
- 교통시설의 연계성 관련 연구들은 대중교통, 물류시설, 간선도로 등의 도로부분의 연구가 대부분이었고 고속철도와 관련된 연구는 내부 환승시설의 서비스 평가와 각 서비스 평가지표에 대한 주관적 가중치를 적용한 평가 연구가 대부분이었음
- 이에 본 연구개발 과제는 고속철도역의 연계기능을 분석하고 기존의 정성적 분석과 용량분석 기반의 평가 방안을 대체 보완할 수 있는 분석 기법을 제시하고자 함
- 또한 연계성의 평가 대상은 고속철도역과 같은 노드라 할 수 있는데 기존의 연구는 특정 노드와 연결된 전체 노드에 대한 연계성을 평가 하였지만 본 연구는 고속철도역과 영향권내의 각 개별 기종점 쌍의 연계성을 평가 가능한 방법론을 제시하고자 함

나. 구조방정식 모형 검토

- 본 연구개발에서는 구조방정식 모형을 사용하여 연계성 지표를 도출하였는데 구조방정식 모형은 변수들 간의 관계를 구조화하여 체계적으로 모형화하는 다변량 분석 방법론임
- 구조방정식모형은 확인적 요인분석과 경로분석이 결합된 형태이며 모형형태의 관점에서 보면 측정모형(Measurement Model)과 구조모형(Structural Model)을 통해 모형간의 인과관계를 파악하기 위한 모형임

- 구조방정식 모형을 분석하기 위한 분석 툴로 AMOS, Lisrel, EQS, SmartPLS 등 10여 가지 이상이 개발되어 있음
- 그 중 AMOS가 가장 널리 사용되고 있으며 최근 독일 Hamburg 대학에서 개발된 SmartPLS의 사용이 확산되고 있음
- AMOS와 SmartPLS의 특징을 비교해 보면 다음과 같고 본 연구개발에서는 엄격한 가정이 덜하고 단일항목이 잠재요인을 이루는 모형 분석이 가능한 SmartPLS를 이용하여 분석을 수행함

<표 4> AMOS와 SmartPLS 비교

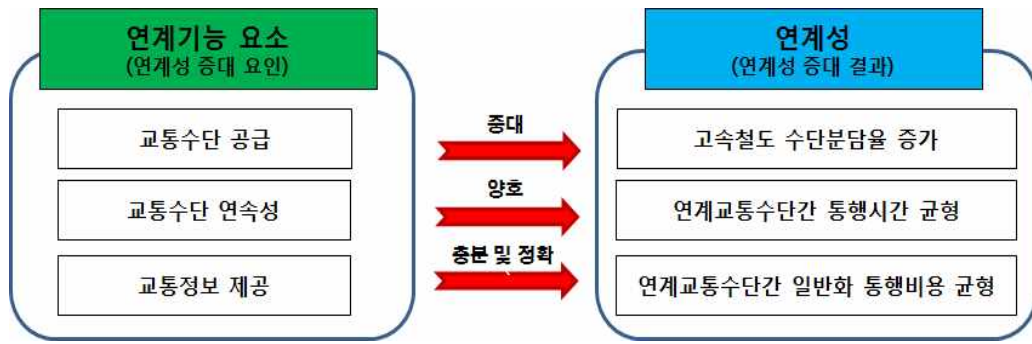
구분	AMOS	SmartPLS
목적	- 전체 구조모형 최적화 - 공분산행렬 적합 최대화 - 이론검증 및 관계설명	- 모형 추정과정에서 발생하는 잔차 최소화 - 예측력 극대화
분포가정	- 다변량 정규분포성	- 다변량 정규분포, 오차항 정규 분포 가정 없음
모수추정법	- 다변량 정규분포를 각 변수간의 결합분포로 가정하여 모수 추정 - 관측행렬과 예측행렬의 불일치 최소화	- 회귀분석, 주성분분석을 반복적 수행하여 모수를 추정하는 비모수 추정 - OLS법을 사용한 다단계 반복 절차
표본크기	- 상대적으로 큰 크기	- 대표본, 소표본 무방함
분석가능모형	- 재귀모형, 비재귀모형 모두 가능	- 재귀모형만 가능
분석지표	- 반영지표모형(reflective model) - 이론모형(structural model)	- 반영지표모형(reflective model) - 조형지표모형(formative model) 모두 가능
잠재요인당 관측변수	- 요인당 2개 이상	- 1개의 관측변수도 가능
통계적 검증	- 경로계수, 적합도검정, 모형간 차이 비교 등 다양한 검증	- 부트스트래핑을 활용하여 검증 - 모형 추정 오차의 최소화(R^2 최소화)

출처 : Bacon L. D.(1999), 김계수(2013)

3. 연구개발 수행 내용 및 결과

가. 연구개발과제의 연계성 개념

- 연계성에 대한 용어 정의를 보면 연계성은 서로 다른 수단을 이용할 때 마치 하나의 수단을 이용하는 것처럼 연결되어 있는 상태라 볼 수 있음
- 고속철도(고속철도역)와 버스, 도시철도, 승용차, 택시 등 타 교통수단이 하나의 수단을 이용하는 것처럼 편리하게 연결되기 위해서는 ①연계교통수단의 공급, ②연계교통수단의 연속성, ③연계교통정보 제공이 잘 갖추어져 있어야 할 것임
- 본 연구개발에서는 고속철도와 타 교통수단간 연계성을 고속철도역과 연계되는 교통수단의 공급, 고속철도역과 연계되는 교통수단의 연속성, 고속철도역과 연계되는 교통수단의 교통정보 제공을 통하여 고속철도역과 영향권 내 교통존간의 상호연결성의 정도라 정의하고자 함
- 연계교통수단의 공급은 고속철도와 연계되는 교통수단의 공급을 통해 고속철도역과 통행의 기·종점간 충분한 연계교통의 제공 정도를 말함
- 연계교통수단의 연속성은 고속철도와 연계되는 교통수단 사이의 시간, 거리의 연결 강도 및 환승 특성을 의미함
- 연계교통정보 제공은 고속철도와 연계되는 교통수단에 대한 정보제공 정도를 의미함
- 이러한 연계성이 좋아진다면 결국 고속철도의 수단분담률이 증가할 것이고 대중교통을 이용하여도 승용차와 동일한 통행시간 또는 일반화 통행비용이 소요되는 상태(다수단 사용자균형, Multimodal User Equilibrium)에 가까워질 것임. 이러한 개념을 정리하면 다음 그림과 같음

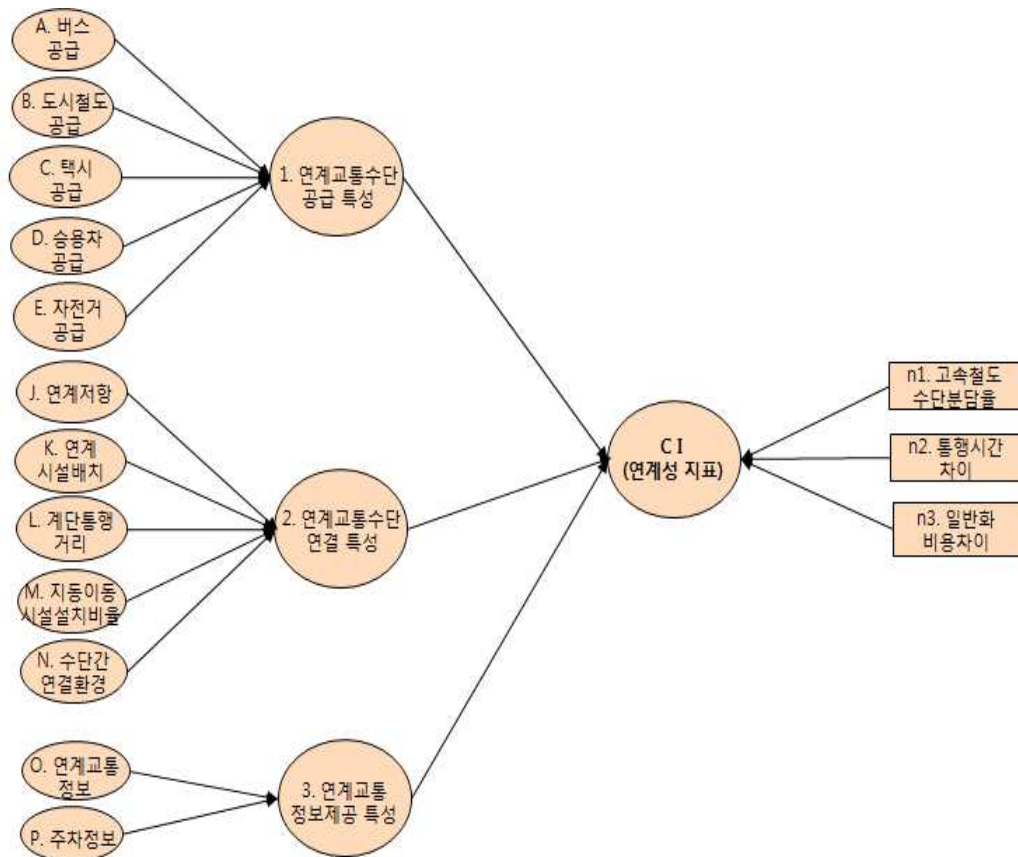


(그림 7) 연계성의 구성 요소

나. 연계성 분석 방법론 및 자료 구축

1) 연계성 분석 방법론

- 본 연구에서는 연계기능 구성요소별 세부 연계기능 지표를 이용하여 고속철도와 타 교통수단간 연계성을 정량적으로 평가할 수 있는 연계성 지표 (Connectivity Index)를 도출하고자 함
- 연계성 지표 산정 방법론은 연계성을 나타내는 유의한 세부연계기능 지표를 선정하고 세부 연계기능 지표별 가중치를 산정하여 연계성 지표에 대한 모형을 도출하는 방법을 적용함
- 이러한 방법을 적용하는데 있어서 본 연구는 ①구성개념 간 상호 영향력 분석이 가능, ②구성개념이 연계성 지표(CI)에 미치는 영향력을 통계적으로 파악 가능, ③세부 연계기능 지표(관측변수)가 연계성에 미치는 영향 정도에 따라 가중치 산정 가능, ④다수의 변수를 이용하여 연계성 지표 등 가상의 잠재변수를 생성 및 평가가 가능한 이유로 구조방정식 모형을 적용함
- 연계교통수단 공급, 연계교통수단 연속성, 연계교통정보 제공의 3가지 연계기능 요소에 대한 세부 연계기능 지표와 연계성의 관계는 다음 그림과 같이 설정함



(그림 8) 연계기능 요소의 세부 연계기능 지표와 연계성 지표의 관계(모형구조)

2) 자료조사 및 분석자료 구축

- 세부 연계기능 지표에 대하여 현장조사, 인터넷조사, 문헌조사를 수행하고 개별지표의 산정기준에 따른 정량화된 수치를 DB로 구축하여 연계기능의 효율성을 나타내는 연계성 지표를 도출하고자 함
- 각 세부 연계기능 지표와 그 산정기준은 [부록]에 제시하였고 분석 대상역 (서울·부산·울산·신경주)에 대한 영향권(교통존)의 자료수(n)는 145개가 됨

가) 연계교통수단 공급 특성 자료

① 버스공급

○ 버스 노선수 (a1)

- 고속철도역과 영향권인 교통존(행정구)간을 연결하는 버스 노선 수

○ 1시간 버스공급대수 (a2)

- 고속철도역과 영향권인 교통존(행정구)간을 연결하는 버스 노선들의 1시간 평균통과대수, 평균 버스 배차간격의 역수
- $a2 = \sum (60/\text{버스노선별 배차간격})$

② 도시철도공급

○ 도시철도 노선수 (b1)

- 고속철도역과 영향권인 교통존(행정구)간을 연결하는 도시철도 노선 수

○ 도시철도 역수 (b2)

- 고속철도역과 영향권인 교통존(행정구)을 통행하는 도시철도의 존내의 정차역 수

○ 1시간 도시철도공급대수 (b3)

- 고속철도역과 영향권인 교통존(행정구)간을 연결하는 도시철도 노선들의 1시간 평균통과대수, 평균 도시철도 배차간격의 역수
- $b3 = \sum (60/\text{도시철도노선별 배차간격})$

③ 택시공급

○ 택시 등록대수 (c1)

- 고속철도역과 영향권인 교통존(행정구)의 택시 등록대수(전국택시운송사업조합 통계자료)

④ 승용차공급

○ 자가용 등록대수 (d1)

- 고속철도역과 영향권인 교통존(행정구)의 승용차 등록대수(각 행정구역 통계자료)

○ 환승주차장 공급 (d2)

- 고속철도역의 환승주차장 공급 면수

⑤ 택시공급

- 자전거도로 공급률 (e1)
 - 고속철도역과 영향권인 교통존(행정구)간을 연결하는 최단경로의 자전거도로의 비율
 - $$e1 = \frac{\text{자전거 전용 도로 길이}}{\text{자전거 경로 길이}}$$
- 자전거보관소 공급 (e2)
 - 고속철도역의 자전거 주차 면수

나) 연계교통수단 연속성 자료

① 연계저항

- 대중교통 환승횟수 (j1)
 - 영향권인 교통존(행정구)의 센트로이드(구청)에서 고속철도역까지의 대중교통 최적 경로(대안 1~3)의 평균 환승횟수
- 대중교통 환승시간 (j2)
 - 영향권인 교통존(행정구)의 센트로이드(구청)에서 고속철도역까지의 대중교통 최적 경로(대안 1~3)의 평균 환승시간
- 대중교통 환승거리 (j3)
 - 영향권인 교통존(행정구)의 센트로이드(구청)에서 고속철도역까지의 대중교통 최적 경로(대안 1~3)의 평균 환승거리
- 주차요금 (j4)
 - 고속철도역의 1시간 주차요금
- 환승할인 여부 (j5)

- 영향권인 교통존(행정구)의 센트로이드(구청)에서 고속철도역까지 대중교통 이용시 환승할인의 여부 (0, 1)

② 연계시설배치

- 버스시설배치 (k1)
 - 고속철도역의 버스정류장 중앙에서 고속철도역 출입구까지의 평균 이동시간 (현장조사)
- 도시철도시설배치 (k2)
 - 고속철도역의 승강장 중앙에서 고속철도역 출입구까지의 평균 이동시간 (현장조사)
- 환승주차장 배치 (k3)
 - 고속철도역의 환승주차장 중앙에서 고속철도역 출입구까지의 평균 이동시간 (현장조사)
- 택시승강장 배치 (k4)
 - 고속철도역의 택시승강장 중앙에서 고속철도역 출입구까지의 평균 이동시간 (현장조사)
- 자전거보관소 배치 (k5)
 - 고속철도역의 자전거보관소 중앙에서 고속철도역 출입구까지의 평균 이동시간 (현장조사)

③ 계단통행편의

- 버스-고속철도역 계단통행 거리 (I1)
 - 버스정류장과 고속철도역간 최단거리 이동경로의 평균 계단통행 거리
- 도시철도-고속철도역 계단통행 거리 (I2)
 - 도시철도 승강장과 고속철도역간 최단 이동경로의 평균 계단통행 거리
- 환승주차장-고속철도역 계단통행 거리 (I3)
 - 환승주차장과 고속철도역간 최단거리 이동경로의 평균 계단통행 거리
- 택시승강장-고속철도역 계단통행 거리 (I4)

- 택시승강장과 고속철도역간 최단거리 이동경로의 평균 계단통행 거리
- 자전거보관소-고속철도역 계단통행 거리 (l5)
 - 자전거보관소와 고속철도역간 최단거리 이동경로의 평균 계단통행 거리
- 승용차정차대-고속철도역 계단통행 거리 (l6)
 - 승용차정차대와 고속철도역간 최단거리 이동경로의 평균 계단통행 거리

④ 자동이동시설 설치

- 버스 - 역간 자동이동시설 설치 (m1)
 - 버스정류장과 고속철도역간 최단거리 상하 이동경로의 에스컬레이터 설치율
 - 에스컬레이터 설치 개소 수 / 계단 설치 개소 수 (수평연결시 100%)
- 도시철도 - 역간 자동이동시설 설치 (m2)
 - 도시철도 승강장과 고속철도역간 최단거리 상하 이동경로의 에스컬레이터 설치율
 - 에스컬레이터 설치 개소 수 / 계단 설치 개소 수 (수평연결시 100%)
- 환승주차장 - 역간 자동이동시설 설치 (m3)
 - 환승주차장과 고속철도역간 최단거리 상하 이동경로의 에스컬레이터 설치율
 - 에스컬레이터 설치 개소 수 / 계단 설치 개소 수 (수평연결시 100%)
- 택시 - 역간 자동이동시설 설치 (m4)
 - 택시승차장과 고속철도역간 최단거리 상하 이동경로의 에스컬레이터 설치율
 - 에스컬레이터 설치 개소 수 / 계단 설치 개소 수 (수평연결시 100%)
- 자전거 - 역간 자동이동시설 설치 (m5)
 - 자전거보관소와 고속철도역간 최단거리 상하 이동경로의 에스컬레이터 설치율
 - 에스컬레이터 설치 개소 수 / 계단 설치 개소 수 (수평연결시 100%)
- 승용차정차대 - 역간 자동이동시설 설치 (m6)

- 승용차정차대와 고속철도역간 최단거리 상하 이동경로의 에스컬레이터 설치율
- 에스컬레이터 설치 개소 수 / 계단 설치 개소 수 (수평연결시 100%)

○ 엘리베이터 설치율 (m7)

- 지상부와 고속철도 연결을 위한 엘리베이터 설치비율

⑤ 수단간 연결환경

○ 버스-역간 실내환승 (n1)

- 버스정류장과 고속철도역간 이동시 실내 연결 또는 데크 설치 여부 (0,1)

○ 도시철도-역간 실내환승 (n2)

- 도시철도승강장과 고속철도역간 이동시 실내 연결 또는 데크 설치 여부 (0,1)

○ 환승주차장-역간 실내환승 (n3)

- 환승주차장과 고속철도역간 이동시 실내 연결 또는 데크 설치 여부 (0,1)

○ 택시-역간 실내환승 (n4)

- 택시승차장과 고속철도역간 이동시 실내 연결 또는 데크 설치 여부 (0,1)

○ 자전거-역간 실내환승 (n5)

- 자전거보관소와 고속철도역간 이동시 실내 연결 또는 데크 설치 여부 (0,1)

○ 승용차정차대-역간 실내환승 (n6)

- 승용차정차대와 고속철도역간 이동시 실내 연결 또는 데크 설치 여부 (0,1)

다) 연계교통 정보제공 특성

① 연계교통정보

○ 연계수단 도착정보 제공 (o1)

- 모바일, 무인안내기 또는 정보제공단말기를 통한 버스 도착 및 위치 정보 제공 유무 (0,1)
- 노선정보 제공 (o2)
 - 버스정류장에서 상세한 버스 노선 경로에 대한 정보 제공 유무 (0,1)
- 도착정보 정확도 (o3)
 - 버스 도착 정보 제공의 정확도 (첨두시 현장 조사)
- 연계교통 안내소 설치 (o4)
 - 고속철도 역사내 연계교통에 대한 안내소 설치 유무 (0,1)
- 종합교통정보제공 (o5)
 - 고속철도 역사 내에 연계의 종합교통정보제공을 위한 매체(TAGO 등) 설치 유무 (0,1)
- 연계교통 위치 안내 (o6)
 - 고속철도 역사내 연계교통수단 이용을 위한 위치 안내 제공 여부 (0,1)
 - 연계수단 → 고속철도, 고속철도 → 연계수단 이용을 위한 위치 정보 제공

② 주차정보

- 주차정보 제공 (p1)
 - 주차가능 대수의 정보 제공 유무 (무인안내기, 모바일, 웹)
- 주차정보 정확도 (p2)
 - 주차가능 대수 정보 제공의 정확도 (첨두시 현장 조사)

라) 연계성 지표 특성

- 고속철도 수단분담률 (ci1)

3) 분석 자료의 지수화

- 연계성 지표를 이용하여 연계기능의 효율성을 평가하고 분석하기 위해서는 연계성 지표의 지수화(0~1)가 필요하고 연계기능 요소가 동일한 방향성을 갖고 연계기능에 영향을 미쳐야만 함
- 따라서 비율변수와 이산형변수(0, 1)가 아닌 세부 연계기능 지표는 0~1의 값을 갖고 연계기능에 양(+)의 영향을 갖도록 다음과 같이 표준화함

<표 5> 지수화 및 방향성 설정

연계기능 요소	연계성 지표에 대한 영향	세부 연계기능 지표의 지수화 및 방향성 설정
연계교통 수단 공급 특성	공급 증대 → 연계성 향상 (+)	$\frac{i_n}{\text{Max}(i_n)}$ i_n = 세부 연계기능 지표 i 의 n 번째 자료
연계교통 수단 연속성 특성	연결저항(시간·거리) 증대 → 연계성 감소 (-)	$1 - \frac{i_n}{\text{Max}(i_n)}$ 단, 환승횟수 = $1 - 0.25 \times \text{환승횟수}$
연계교통 정보 제공 특성	정보제공 → 연계성 향상 (+)	세부기능 지표(i_n) 모두 비율변수 또는 이산형변수

다. 연계성 지표 모형 구축

- 구축된 분석 자료를 대상으로 구조방정식 모형을 이용하여 연계성 지표 산정 모형을 도출하고자함

- 확인적 요인분석을 통해 세부 연계기능 지표(관측변수)와 연계성 지표(내생 잠재변수)간 구조방정식 모형을 설정하고 모형분석을 통해 통계적 유의성 및 적합도를 확인하여 최종 구조방정식 모형을 도출함
- 여기서 서울역과 부산역은 대도시지역에 위치하고 있어 도시철도가 고속철도역을 직접 연결하는 연계수단으로 공급되고 있으나 울산역과 신경주역은 외곽지역에 위치하고 있어 직접 연결되고 있는 도시철도 공급이 없는 실정임
- 이러한 지역적 차이를 고려하기 위하여 모형을 도시철도특성을 반영한 모형 1과 도시철도특성을 미반영한 모형 2로 나누어 분석을 수행함
- 이렇게 도출된 구조방정식 모형을 통하여 세부기능 지표와 연계성 지표의 관계를 정량적으로 분석할 수 있음
- 요인분석과정을 통해서 세부 연계기능 지표(관측변수)와 연계기능 요소, 연계성 지표(잠재변수)의 타당성을 검증하고 유의한 변수를 선정하여 모형을 구축함
- 모형의 타당성 검증을 위하여 요인 신뢰성(factor reliability), 세부 연계기능 지표에 대한 집중 타당성(convergent validity), 잠재변수에 대한 법칙 타당성(logical validity), 잠재변수간의 판별 타당성(discriminant validity) 분석을 시행하였고 최종 선택된 변수에 대한 모형 1, 2의 분석결과는 표 6, 7과 같음
- 모형 1의 결과에서 요인신뢰성은 모든 Cronbachs α 값이 0.6이상으로 나타났고 집중타당성 검증도 모든 세부기능 지표의 요인부하량이 0.5이상이고 AVE가 0.5이상으로 유의한 결과를 보임

- 요인부하량과 경로계수의 유의성은 모두 C.R.(t-value)값이 1.965이상으로 95% 유의수준에서 유의하였음(Hulland, 1999)
- 법칙타당성 검증은 모든 경로계수의 부호가 모두 양(+)의 방향으로 나타나 유의성을 확인함(우종필, 2012)

- 마지막으로 판별타당성 검증에서 잠재변수들 각각의 AVE값과 두 잠재변수의 상관계수 제곱을 비교하여 AVE값이 상관계수 제곱보다 작은 결과를 보여 유의함을 확인함(Fornell & Larcker, 1981)

<표 6> 모형 1(도시철도특성 반영)의 확인적 요인분석 및 변수 선정 결과

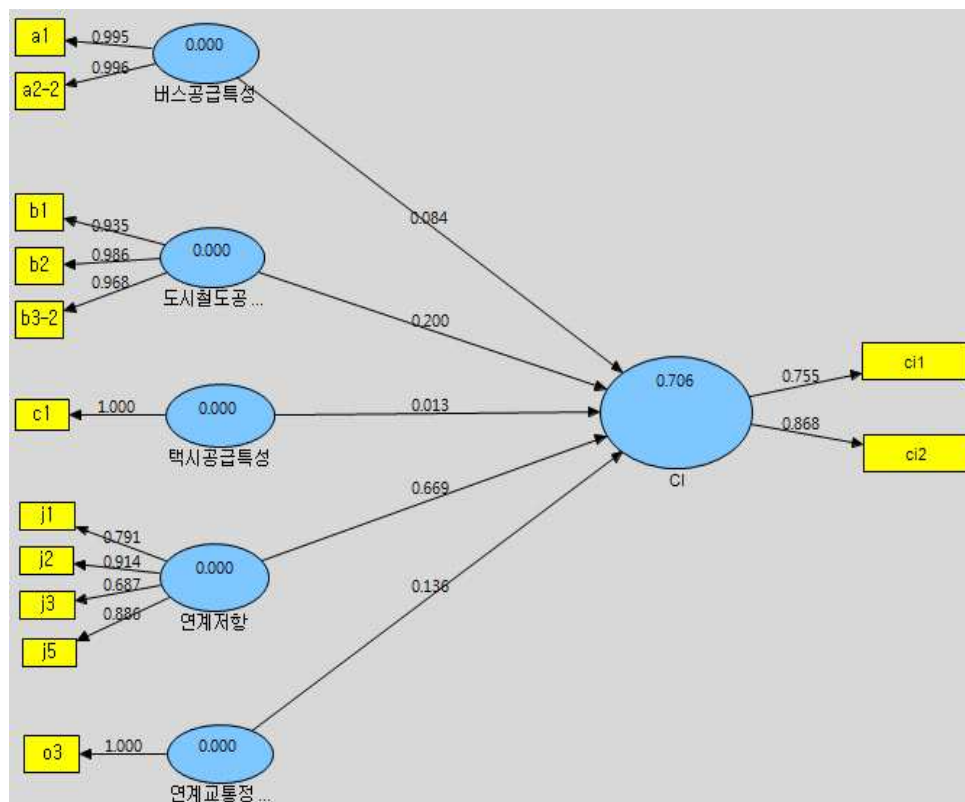
잠재변수	세부기능 지표	변수	요인 신뢰성	집중타당성				법칙타당성		
			Cronbach's α	요인 부하량	C.R.	AVE	부호 검토	경로 계수	C.R.	부호 검토
버스공급 (A)	버스노선수	a1	0.993	0.995	613.134	0.993	○	0.084	2.322	○
	평균 통과대수	a2		0.996	856.098		○			
도시철도공급 (B)	도시철도 역수	b1	0.962	0.935	61.177	0.930	○	0.200	2.994	○
	도시철도 노선수	b2		0.986	387.031		○			
	평균 통과대수	b3		0.968	160.519		○			
택시공급 (C)	택시 등록대수	c1	1.000	1.000	-	1.000	○	0.013	2.375	○
연계저항 (J)	환승횟수	j1	0.843	0.791	24.640	0.682	○	0.669	8.933	○
	환승시간	j2		0.914	56.181		○			
	환승거리	j3		0.687	10.561		○			
	환승할인	j5		0.886	21.828		○			
연계교통정보 (O)	도착정보 정확도	o3	1.000	1.000	-	1.000	○	0.136	2.672	○
CI	고속철도 수단분담	ci1	0.609	0.755	12.504	0.668	○	-	-	-
	통행시간 차이	ci2		0.868	28.900		○			

<표 7> 모형 2(도시철도특성 미반영)의 확인적 요인분석 및 변수 선정 결과

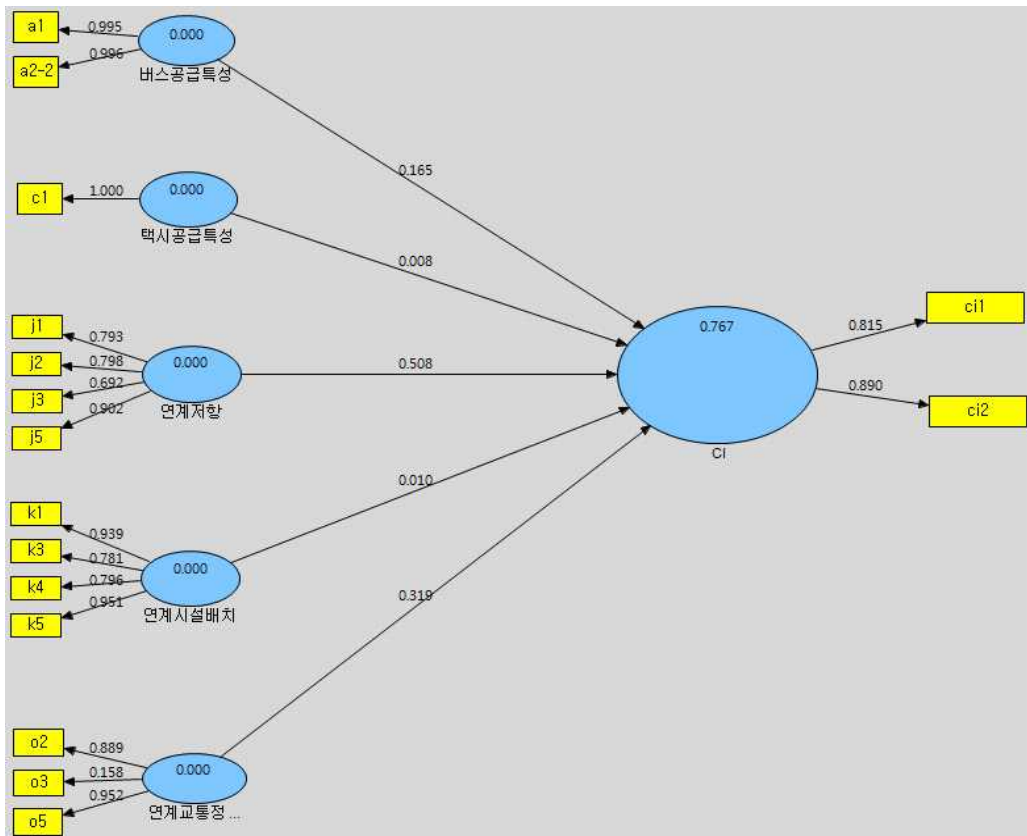
잠재변수	세부기능 지표	변수	요인 신뢰성	집중타당성				법칙타당성		
			Cronbachs α	요인 부하량	C.R.	AVE	부호 검토	경로 계수	C.R.	부호 검토
버스공급 (A)	버스노선수	a1	0.992	0.995	517.713	0.992	○	0.165	3.007	○
	평균 통과대수	a2		0.996	629.923		○			
택시공급 (C)	택시 등록대수	c1	1.000	1.000	-	1.000	○	0.008	2.136	○
연계저항 (J)	환승횟수	j1	0.811	0.793	21.067	0.639	○	0.508	6.470	○
	환승시간	j2		0.798	23.493		○			
	환승거리	j3		0.692	10.893		○			
	환승할인	j5		0.902	53.893		○			
연계시설 배치 (K)	버스시설 배치	k1	0.894	0.939	63.375	0.763	○	0.010	2.037	○
	환승주차장 배치	k3		0.781	19.195		○			
	택시승강장 배치	k4		0.796	22.047		○			
	승용차정차대 배치	k5		0.951	69.179		○			
연계교통 정보 (O)	노선정보 제공	o2	0.550	0.889	15.926	0.581	○	0.319	2.390	○
	도착정보 정확도	o3		0.158	2.186		○			
	종합교통 정보제공	o5		0.952	39.583		○			
CI	고속철도 수단분담	ci1	0.636	0.815	28.960	0.730	○	-	-	-
	통행시간 차이	ci2		0.890	64.993		○			

○ 모형 2의 결과에서 요인신뢰성은 연계교통정보의 Cronbachs α가 0.550으로 0.6보다는 적으나 0.6에 근접하여 크게 문제가 없다고 보았음

- 집중타당성 검증은 도착정보 정확도의 요인부하량이 0.158로 0.5 미만으로 나타났지만 교통정보 정확도는 연계교통정보의 중요한 세부기능 지표로 구성개념에서 꼭 필요한 항목이라 판단되어 사용하도록 하였음
- 요인부하량과 경로계수의 유의성은 모두 C.R.값이 1.965 이상으로 95% 유의수준에서 유의하였고 법칙타당성 검증의 부호검토와 판별타당성 검증도 이상이 없었음
- 모형 1, 2의 구조방정식 모형 분석 결과는 다음 그림과 같고 본 연구에서는 PLS 모형을 적용하였기에 구조모형의 적합도는 부트스트래핑을 활용한 R^2 를 검토함(Henseler, 2009)



(그림 10) 모형 1의 구조방정식 분석 결과(표준화계수, $R^2=0.706$)



(그림 11) 모형 2의 구조방정식 분석 결과(표준화계수, $R^2=0.767$)

- 모형 1을 예로 들어 연계성 지표의 값 1.000을 기준으로 표준화 계수로 가중치를 산정하면 버스공급(A)=0.076, 도시철도공급(B)=0.181, 택시공급(C)=0.012, 연계저항(J)=0.607, 연계교통정보(O)=0.123의 비율로 구성됨
- 그 하위 변수들과의 관계식도 같은 방식으로 가중치를 산정하여 연계성 지표에 대한 비율을 산정함
- 모형 2도 동일한 방식을 적용하였고 연계성 지표 산정식은 다음과 같이 나타낼 수 있음

$$CI(\text{모형 1}) = 0.076 \cdot A + 0.181 \cdot B + 0.012 \cdot C + 0.607 \cdot J + 0.123 \cdot O + \epsilon$$

$$CI(\text{모형 2}) = 0.163 \cdot A + 0.008 \cdot C + 0.503 \cdot J + 0.010 \cdot K + 0.316 \cdot O + \epsilon$$

<표 8> 모형 1의 연계성 지표 모형 가중치 산정결과 (도시철도특성 반영)

NR		버스공급		도시철도 공급		택시공급		연계저항		연계교통 정보	
버스공급 (A)	0.076	a1	0.038	b1	0.059	c1	0.012	j1	0.147	o3	0.123
도시철도공급 (B)	0.181	a2	0.038	b2	0.062			j2	0.169		
택시공급 (C)	0.012			b3	0.061			j3	0.127		
연계저항 (J)	0.607							j5	0.164		
연계교통정보 (O)	0.123										
합계	1.000		0.076		0.181		0.012		0.607		0.123

<표 9> 모형 2의 연계성 지표 모형 가중치 산정결과 (도시철도특성 미반영)

NR		버스공급		택시공급		연계저항		연계시설 배치		연계교통 정보	
버스공급 (A)	0.163	a1	0.081	c1	0.008	j1	0.125	k1	0.003	o2	0.140
택시공급 (C)	0.008	a2	0.082			j2	0.126	k3	0.002	o3	0.025
연계저항 (J)	0.503					j3	0.109	k4	0.002	o5	0.150
연계시설배치 (K)	0.010					j5	0.142	k5	0.003		
연계교통정보 (O)	0.316										
합계	1.000		0.163		0.008		0.503		0.010		0.316

라. 연구개발 모형의 적용

- 구조방정식 모형을 적용하여 연계성 분석에 유효한 세부기능 지표를 선정하고 세부기능 지표가 연계기능에 미치는 영향정도, 즉 가중치를 산정함. 최종적으로 이를 이용하여 연계성 지표(CI : Connectivity Index) 모형을 개발하였음

1) 모형 1 적용 결과 (도시철도 특성 반영)

- 우선 도시철도가 공급되는 고속철도역 만을 대상으로 고속철도와 타 교통수단간의 연계성을 평가하기 위해서 모형 1을 적용하였고 모형 1은 도시철도가 연계된 고속철도역의 연계성을 비교·평가하고 연계성 평가에 도시철도특성을 반영할 필요가 있을 때 사용될 수 있을 것임
- 도시철도공급이 이루어지는 서울역과 부산역에 모형 1을 적용하면 서울역의 평균 연계성 지표(0.767)가 부산역(0.691) 보다 높게 나타남. 서울역이 버스공급($A=0.034$), 도시철도공급($B=0.105$), 택시공급($C=0.004$), 연계교통정보($O=0.100$)가 높게 나왔기 때문임
- 즉, 서울역이 부산역 보다는 버스, 도시철도, 택시의 공급수준과 연계교통정보제공이 조금 더 우수하다는 것을 의미하고 서울역이 부산역보다 연계교통정보의 연계기능이 우수한 이유는 서울역의 연계수단 도착정보 정확도가 높게 조사되었기 때문임
- 부산역($J=0.537$)이 서울역($J=0.524$) 보다는 연계저항, 즉 환승횟수, 환승거리, 환승시간의 환승저항이 양호한 것으로 분석되었음
- 부산역과 서울역의 영향권별 세부 연계기능 지표 산정 결과를 분석하여 부산역은 버스공급, 도시철도공급, 택시공급, 연계교통정보의 세부 연계기능 지표 중 상대적으로 부족한 영향권에 대하여 개선하고 서울역은 연계저항의 세부 연계기능 지표 중 상대적으로 부족한 영향권에 대하여 개선한다면 각 고속철도역의 연계성을 높일 수 있을 것임
- 서울역의 경우, 영향권 중에서도 서울 중구가 0.902로 가장 연계성 지표가 높고 경기 이천시가 0.482로 가장 낮은 결과를 보였음

- 이천시의 경우 서울역의 고속철도와 직접 연결되는 버스노선, 도시철도가 없고 연계저항이 높게 나타났기 때문이고 이를 보완하기 위한 대안이 필요하다 하겠음

<표 10> 모형 1의 연계성 지표 산정결과 비교 (도시철도특성 반영)

구분		버스공급 (A=0.076)	도시철도공급 (B=0.181)	택시공급 (C=0.012)	연계저항 (J=0.607)	연계교통정보 (O=0.123)	CI (1.000)
서울역	서울역 평균	0.034	0.105	0.004	0.524	0.100	0.767
	중구 (최대)	0.076	0.168	0.000	0.558	0.100	0.902
	이천시 (최소)	0.000	0.000	0.001	0.381	0.100	0.482
부산역	부산역 평균	0.015	0.040	0.003	0.537	0.096	0.691
	부산진구 (최대)	0.023	0.053	0.004	0.564	0.096	0.740
	거제시 (최소)	0.000	0.000	0.001	0.186	0.096	0.283

2) 모형 2 적용 결과 (도시철도 특성 미반영)

- 다음은 도시철도가 공급되지 않는 고속철도역을 포함한 전체 고속철도역을 대상으로 고속철도와 타 교통수단간의 연계성을 평가하기 위하여 모형 2를 적용함
- 모형 2는 도시철도가 공급되지 않는 지역을 고려하여 도시철도특성을 제외하고 연계성을 비교·평가하기 위해 사용될 수 있을 것임
- 서울역, 부산역, 울산역, 신경주역에 모형 2를 적용하면 서울역의 평균 연계성 지표(0.819)가 가장 높게 나타났음
- 서울역이 버스공급(A=0.072), 택시공급(C=0.003), 연계교통정보(O=0.311)가 가장 양호하고 부산역은 연계저항(J=0.444)이 가장 양호하며 울산역이 연계시설배치(K=0.008)이 가장 양호한 것으로 분석됨

- 모형 2를 적용하였을 경우 서울역의 영향권 중에서도 서울 서대문구가 0.942(중구 0.936)로 가장 연계성 지표가 높고 경기 이천시가 0.627로 가장 낮은 결과를 보임
- 부산역의 연계성 지표는 남구가 0.850(부산진구 0.831)으로 가장 높고 거제시가 0.457로 가장 낮게 나타남. 울산역은 울주군(0.483)이 가장 높고 울진군(0.158)이 가장 낮으며 신경주역은 경주시(0.625)가 가장 높고 울릉군(0.212)이 가장 낮음
- 모형 1의 경우처럼 각 고속철도역에 대하여 영향권의 세부 연계기능이 부족한 사항에 대하여 개선을 한다면 전체적인 연계성을 높일 수 있을 것임

<표 11> 모형 2의 연계성 지표 산정결과 비교 (도시철도특성 미반영)

구분		버스공급 (A=0.163)	택시공급 (C=0.008)	연계저항 (J=0.503)	연계시설배치 (K=0.010)	연계교통정보 (O=0.316)	CI (1.000)
서울역	서울역 평균	0.072	0.003	0.433	0.001	0.311	0.819
	서대문구(최대)	0.155	0.003	0.473	0.001	0.311	0.942
	이천시(최소)	0.000	0.001	0.315	0.001	0.311	0.627
부산역	부산역 평균	0.032	0.002	0.444	0.003	0.310	0.791
	남구(최대)	0.057	0.003	0.477	0.003	0.310	0.850
	거제시 (최소)	0.000	0.001	0.143	0.003	0.310	0.457
울산역	울산역 평균	0.009	0.002	0.401	0.008	0.022	0.441
	울주군(최대)	0.016	0.001	0.437	0.008	0.022	0.483
	울진군(최소)	0.000	0.000	0.128	0.007	0.022	0.158
신경주역	신경주역 평균	0.011	0.002	0.361	0.004	0.140	0.518
	경주시(최대)	0.012	0.002	0.468	0.004	0.140	0.625
	울릉군(최소)	0.000	0.000	0.068	0.004	0.140	0.212

- 평균적으로 울산역은 신경주역 보다 연계저항, 연계시설배치 측면에서 우수

하고 신경주역은 울산역 보다 버스공급, 연계교통정보 측면에서 우수한 것으로 분석됨

- 버스공급의 연계성 지표 산정 결과에서 신경주역은 울산역보다 그 영향권에 대해서 좀 더 충분한 버스노선(a1, a2)을 공급하기 때문이라 할 수 있음
 - 신경주역의 영향권은 포항시(통행의 44%), 경주시(51%)에 집중되어 있고 이 포항시에 경우 역간을 직접 연결하는 9개의 버스노선이 평균배차간격 2.3분으로 운행되고 있고 경주시에 경우 7개의 버스노선이 평균배차간격 2.6분으로 운행되고 있음
- 울산역이 신경주역보다 연계교통정보 측면에서 미비한 것은 울산역이 연계수단 도착정보를 제공하고는 있지만 이보다 가중치가 더 큰 연계수단 노선 정보(o2)를 제대로 제공하지 않기 때문이라 할 수 있어 이를 보완한다면 신경주역 보다 연계교통정보의 연계기능을 더 높일 수 있을 것임
 - 울산역의 경우 위치안내, 버스승하차를 위한 접근시설은 잘 되어있으나 버스정류장에서 버스운행노선에 대한 정보가 부족



(그림 12) 울산역(좌), 신경주역(우)의 연계수단 노선정보

- 모형 2를 적용한 서울역, 부산역, 울산역, 신경주역의 상·하위 3개 영향권의

세부 연계기능 지표 분석결과는 다음과 같음

<표 12> 상·하위 3개 영향권의 연계성 지표 산정결과 (모형 2 적용)

구분		상위 3개 영향권			하위 3개 영향권		
		서울역-서대문구	서울역-중구	서울역-종로구	울산역-칠곡군	울산역-영천시	울산역-포항시
버스 공급 (A)	a1	0.080	0.081	0.080	0.000	0.000	0.000
	a2	0.075	0.082	0.082	0.000	0.000	0.000
	A	0.155	0.163	0.162	0.000	0.000	0.000
택시공급 (C)	c1	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
연계 저항 (J)	j1	0.125	0.125	0.125	0.063	0.063	0.063
	j2	0.121	0.120	0.120	0.092	0.092	0.042
	j3	0.084	0.073	0.067	0.022	0.000	0.035
	j5	0.142	0.142	0.142	0.000	0.000	0.000
	J	0.473	0.461	0.455	0.177	0.154	0.140
연계 시설 배치 (K)	k1	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.002
	k3	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
	k4	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002
	k5	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.002
	K	0.001	0.001	0.001	0.007	0.007	0.007
연계 교통 정보 (O)	o2	0.140	0.140	0.140	0.000	0.000	0.000
	o3	0.020	0.020	0.020	0.022	0.022	0.022
	o5	0.150	0.150	0.150	0.000	0.000	0.000
	O	0.311	0.311	0.311	0.022	0.022	0.022
CI		0.942	0.936	0.929	0.206	0.184	0.172

- 서울역-서대문구의 고속철도와 연계 교통수단간의 연계성이 가장 우수한 것으로 분석 되었고 다음으로는 서울역-중구 순이었음
- 서대문구는 중구보다 연계저항에서 우수한 결과를 보였는데 그 중에서도 환승거리(j3)가 우수한 결과를 보였고 하위 3개 영향권은 직접 연결되는 버스공급이 없음을 볼 수 있음

3) 연계성 지표와 철도서비스 품질평가의 비교

- 연구개발 결과로 도출된 연계성 지표 결과와 국토교통부에서 2년 단위로 시행되는 철도서비스 품질평가 결과와 비교를 수행함
- 철도서비스 품질평가는 철도사업법 제26조·제27조, 철도산업발전기본법 제15조에 근거하여 시행되며 2012년 철도서비스 품질평가는 92개 철도노선 중 상위 11개 노선, 234개 역 중 상위 55개역을 대상으로 시행되었음
- 철도서비스 품질평가는 열차와 역사를 평가대상으로 구분하여 공급 서비스 평가와 고객만족도 평가로 구성되며 역사의 공급 서비스 평가는 현장 자료 조사로 시행되고 철도이용자 만족도 조사는 역사이용자 1,100명을 대상으로 설문조사로 시행됨

<표 13> 철도서비스 품질평가의 역사평가 항목·지표 및 가중치

역사 평가 항목 및 지표			평가 가중치	지표산정방법	조사방법
공급 서비스 평가	역사 편리성 (30%)	역사 시설 편리성 (50%)	15%	역별 여객시설, 연계교통시설, 연결 통로, 기타시설의 상태점검	실태조사
		교통약자이용시설 편리성 (50%)	15%	역별 교통약자를 위한 시설설치 및 설치 규정의 준수 여부	실태조사
	역사 안전성 (30%)	역사 사상자수	15%	역별 연간 이용인원 대비 사상자수	자료조사
		역사 노후도	15%	평균잔존수명	자료조사
철도 이용자 만족도 조사	고객 만족도 (40%)	역무원의 친절도 역사의 편리성 역사의 청결성 역사의 안전성 등	40%	이용자 일대일 면접조사 * 해당역사 연 3회이상 이용 남여 1,100명 조사	설문조사
계			100%		

- 역사평가의 주요 항목·지표 및 가중치는 <표 13>과 같고 본 연구개발의 고

속철도와 타 교통수단간 연계성과 관련한 항목은 공급 서비스 평가의 역사
편리성(30%)>역사시설 편리성(50%)>연계교통시설(30%)+통로(10%)라 할 수
있고 철도이용자 만족도 조사의 고객 만족도(40%)> 물적 서비스 차원
(77.8%)> 연계교통(27.8%)임

- 본 연구개발의 연계성 지표와 철도서비스 품질평가 결과와 비교를 위하여
연계성과 관련한 항목을 추출하고 추출된 항목을 대상으로 지수화하기 위하
여 각 항목의 가중치를 살펴보면 다음과 같음
- 역사편리성의 연계교통시설 지표의 전체 비중 = 30% × 50% × 30% = 4.50%
 - 고객만족도의 연계교통 지표의 전체 비중 = 40% × 77.8% × 27.8% = 8.65%

<표 14> 철도서비스 품질평가의 연계성 관련 항목 및 가중치

역사 평가 항목 및 지표				품질평가 전체 의 비중(%)	가중치
역사 편리성 (30%)	역사 시설 편리성 (50%)	연계교통시설 (30%)	주차장 (10점)	4.50	0.41
			승객대기소 (10점)		
			연계교통정보 (10점)		
		통로 (10%)	통로(10점)	1.50	
고객 만족도 (40%)	물적서비스 (77.8%)	연계교통 (27.8%)	연계교통 충분성	8.65	0.59
			연계교통 용이성		
계				14.65	1.00

- 철도서비스 품질평가의 조사지 및 설문지를 검토하여 평가지표의 산정방법
을 살펴보면 다음과 같음
- 주차장 : 역사근방에 시내버스·택시정류장·자전거 주차장이 모두 설치되
었는가? (10점, 6점, 2점)
 - 승객대기소 : 버스, 택시 등 접근교통시설로 이동하는 경로에 눈, 비를 피할
수 있는 캐노피, 승객대기소를 설치하였는가? (10점, 6점, 2점)

- 연계교통정보 : 철도역 연계 교통수단 및 교통시설 안내표지판을 역사 내부뿐 아니라 외부에도 설치하였는가? (10점, 6점, 2점)
- 연계교통 : ① 전반적으로 보았을 때 연계교통시설을 이용하기 위해 제공되는 정보에 만족한다. (7점 척도)
- ② 연계교통시설을 찾아가기 위한 안내표시가 충분하다. (7점 척도)
- ③ 연계교통시설을 찾기가 쉽다 (7점 척도)
- 본 연구의 연계성 지표와 철도서비스 품질평가의 연계성 지표의 차이점을 정리하면 다음과 같음
- 철도서비스 품질평가의 지표는 역사에 한정된 평가에 중점을 두었기에 연계성과 관련하여 연계교통시설과 안내표지의 설치여부, 적절성만을 평가하고 있다고 볼 수 있음
- 고객만족도 조사에서 연계교통 지표 조사의 설문지를 검토하였을 때 연계교통시설의 충분성과 용이성을 설명하기 보다는 연계교통시설 안내의 충분성과 용이성에 대한 이용자 선호도 조사라 할 수 있고 연계교통은 연계교통안내로 명칭을 명확히 할 필요가 있음
- 철도서비스 품질평가의 연계교통정보는 ITS와 같이 실시간 교통정보제공의 개념보다는 안내표지의 개념만을 다루고 설치여부만을 평가하고 있음
- 본 연구의 연계성 지표 : 고속철도역과 영향권 내 교통존간의 연계교통수단의 공급, 연계저항, 연계시설배치, 연계교통정보를 함께 평가
- 품질평가의 연계성 관련 점수 : 연계시설의 설치여부, 안내표지의 설치 여부 및 적절성 등 일부분 평가
- 철도서비스 품질평가의 연계성 평가는 단순히 역사 인근의 연계시설 설치여부만을 평가하고 고속철도역의 연계성과 밀접한 관련이 있는 연계교통수단의 공급, 영향권에서의 접근성, 실시간 교통정보 및 연계수단 노선정보의 제공 등의 평가는 고려하고 있지 않음
- 본 연구의 연계성 지표와 철도서비스 품질평가는 평가대상이 정확히 일치하지 않지만 연계성과 관련된 지표를 추출하여 가중치에 따라 점수로 환산하

고 연구개발로 도출된 연계성 지표(CI)를 비교하면 <표 15>와 같음

- 모든 역을 평가대상으로 하는 모형 2를 적용하여 서울역, 부산역, 울산역, 신경주역에 적용

<표 15> 철도서비스 품질평가의 연계성 관련 점수와 연구개발의 연계성 지표 비교

구 분	역사서비스 평가						고객만족도	점수 환산	CI	CI/평가 점수
	연계교통시설(30점)			통로 (10점)	합계	환산	연계교통 (안내)			
	주차장 (10점)	승객 대기소 (10점)	연계교통 정보 (10점)	통로 (10점)						
서울역	6	6	6	8	26	65.0	77.6	72.4	81.9	113%
부산역	10	6	10	8	34	85.0	77.6	80.6	79.1	98%
울산역	10	10	10	10	40	100.0	77.6	86.8	44.1	51%
신경주역	10	6	10	10	36	90.0	77.6	82.7	51.8	63%
평균	9	7	9	9	34	85	77.6	80.6	64.2	80%

* 철도서비스 품질평가 보고서의 역별 연계교통(안내)의 만족도 점수를 제공하지 않아 평가 1군(KIX역) 평균점수 적용

- 연구개발의 연계성 지표는 연계교통수단의 공급, 영향권에서 고속철도역까지의 연계저항, 실시간 교통정보제공의 특성을 추가로 반영하였기에 철도서비스 품질평가 점수 보다는 낮은 점수를 보이는 것으로 나타남
- 서울역의 경우 울산역과 신경주역 보다 많은 연계교통수단이 공급되고 있고 교통정보체계가 잘 갖추어져 있음을 보았을 때 고속철도와 타 교통수단간의 연계성이 다른 지방지역의 역 보다 높은 게 당연한 결과라 할 수 있음
- 철도서비스 품질평가의 경우 연계시설(정류장, 승객대기소) 설치여부와 연계교통 안내표지 설치 및 만족도만을 평가하였기에 울산역, 신경주역이 평가점수가 높게 나온 것임

- 연계성 지표(CI)에서 철도서비스 품질평가의 연계성 관련 지표와 관련이 높은 연계시설배치, 연계교통정보 특성만을 비교하면 다음과 같음

<표 16> 연계성 관련 철도서비스 품질평가 점수와 연계성 지표 비교

구분	연계성 지표 (CI)				철도서비스 품질평가 (연계성 관련)	CI/서비스 평가점수
	연계시설 배치	연계교통 정보	합계	100점 환산		
	(K=0.010)	(O=0.316)	K+O=0.326			
서울역	0.001	0.311	0.312	95.7	72.4	132%
부산역	0.003	0.310	0.313	96.0	80.6	119%
울산역	0.008	0.022	0.030	9.2	86.8	11%
신경주역	0.004	0.140	0.144	44.2	82.7	53%
평균	0.004	0.196	0.200	61.3	80.6	76%

- 연계성 지표(CI)와 철도서비스 품질평가의 연계교통정보는 차이가 있다고 언급하였고 본 연구의 연계성 지표는 단순히 안내표지 존재 유무만이 아닌 노선정보, 실시간 교통정보의 정확도를 평가대상으로 하였기에 차이가 크게 발생함
- 특히, 울산역의 경우는 철도서비스 품질평가에서 연계교통정보의 점수가 가장 높게 나왔지만 연계성 지표에서는 연계수단(버스) 노선정보(o2)를 제대로 제공하지 않고 있기에 낮은 점수를 보임
- 종합적으로 본 연구의 연계성 지표와 철도서비스 품질평가의 연계성 관련 지표의 결과는 큰 차이가 나고 있음을 알 수 있었고 철도서비스 품질평가는 아직은 연계시설 설치, 연계수단 안내표지의 설치 및 만족도만을 평가하고 있음
- 향후, 철도서비스 품질평가는 지속적으로 개선 작업을 거칠 것이며 본 연구의 연계성 지표가 이러한 평가체계를 개선하고 보완하는데 기여할 수 있을 것임

4. 목표달성도 및 관련분야의 기여도

가. 연구개발 목표 달성도

1) 연구개발 수행 진도율

개발내용 / 구 분		연구개발기간												진도(%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
연계 교통망 기반 고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 분석기법 개발	관련연구 및 연계현황 자료 조사	.....	————	————										15
	연계성 분석을 위한 자료 구축 (DB화 작업)		.....	.....	————	————								15
	고속철도역의 연계기능 요소 및 세부 연계기능 분석			.....	.....	————	————							15
	세부 연계기능 지표별 정량화					.....	.....	————	————					15
	연계성 분석 기법 개발							.....	.....	.....	.....	.....	.....	25
연계성 지표 적용 및 활용방안											.....	.....	.....	15
총 진도율		5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	100

..... 당초계획
———— 실 적

2) 연구개발 목표의 달성도

목 표	달성도(%)	내 용
고속철도역의 연계교통수단 연계성 분석기법 개발	100	· 연계기능 분석 선행연구 및 현황조사 · 연계성 분석을 위한 자료 구축(DB화 작업) · 연계 기능요소별 세부연계기능 지표와 연계성 지표간의 관계 및 기여도에 대한 분석 · 고속철도역의 연계성 지표 분석 기법 개발
고속철도역의 연계성 지표 분석 및 적용	100	· 분석대상 고속철도역의 연계성 지표 산정 · 고속철도역의 연계기능 문제점 분석 및 활용방안 제시

3) 연구성과

가) 논문게재 성과

게재 연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분	SCI 구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2014	고속철도 연계특성변수와 수단분담률에 따른 고속철도역 연계성 분석에 관한 연구	신현주	김병관	-	한국철도학회 논문집	Vol.16 (No.6)	국내	국내 등재지
2014	고속철도와 연계교통수단간 연계성 지표 개발	김병관	김병관	하오근 신현주 김현구 왕연대	한국철도학회 논문집	Vol.17 (No.1) 게재가 판정	국내	국내 등재지

나) 학술대회 발표 성과

발표일	발표명	저자	학술대회명	국내외 구분
2013.10.11.	고속철도역의 연계 특성과 고속철도 수단분담률의 관계 분석	신현주 김병관 김현구	한국도시철도학회 추계 학술대회	국내

나. 연구개발 결과의 기여도 및 기대성과

1) 연구개발 결과의 기여도 및 활용방안

- 본 연구개발에서는 고속철도역의 영향권을 대상으로 고속철도와 타 교통수단간의 연계성을 정량적으로 분석할 수 있는 연계성 분석 방법기법과 이를 이용한 연계성 지표 모형을 개발함
- 기존 방법이 용량개선과 전문가 설문의 주관적 관점에 중점을 두고 연계시설의 시설적 측면의 평가 방법이라면 본 연구개발 방법론은 고속철도역의 영향권이라는 공간적 측면을 대상으로 세부 연계기능에 대한 연계성 개선과 정량적 가중치 분석에 중점을 두었음
- 분석방법론에 제시된 프로세스는 기존에 환승센터의 내부 환승시설 정비를 위해 적용되었던 용량분석 방법과는 다른 관점의 방법이라 할 수 있고 본 연구개발의 방법론은 다양한 평가방법론 개발에 적용될 수 있을 것임
- 연구에서는 기존 고속철도역의 내부 환승시설에 대한 서비스 평가에서 벗어나 고속철도역과 연계교통수단에 대한 연계기능을 주요 분석 대상으로 하였고 기존에 다루어지지 않은 연계교통정보의 영향을 고려하여 교통정보의 중요성을 파악해 본 의의가 있음
- 연계교통수단 공급과 같은 물리적 특성이 운영자 측면이라면 연계교통정보는 지금까지 연계기능의 평가에서 간과되고 있었던 이용자 또는 통행자 측면의 세부기능이라 할 수 있음
- 본 연구개발과제에서 고려한 연계기능 요소는 운영자 측면의 연계교통수단의 공급 특성과 이용자 측면의 연계교통수단의 연속성, 연계교통정보 특성을 고려하여 운영자와 이용자 모두를 고려한 연계성 지표를 개발하고자 하

였음

- 개발된 모형을 이용하여 버스공급, 도시철도공급, 택시공급, 연계저항, 연계 시설배치, 연계교통정보의 세부 연계기능 지표에 따른 고속철도역의 연계성을 평가할 수 있고 연계기능 향상을 위해 개선이 필요한 세부 연계기능을 파악할 수 있을 것임
- 또한 앞으로 건설 예정인 고속철도역에 대해서 그 영향권에 대한 연계교통 계획을 대상으로 연계기능을 평가하고 목표수준 달성을 위한 요구사항을 파악할 수 있을 것임.
- 이러한 평가와 개선은 모형을 이용하여 계속적으로 피드백(feedback) 작업을 거칠 수 있을 것임

2) 연구개발 결과의 기대성과 및 활용계획

가) 기술적 기대효과

- 기존의 연구가 환승내부시설의 용량 및 서비스 평가 위주였다면 본 연구를 통하여 고속철도역의 연계교통망 차원에서 연계기능의 평가가 가능해질 수 있는 새로운 분석 및 평가 토대가 마련될 수 있을 것임
- 지금까지 각 세부 연계기능에 대한 중요도를 전문가 설문조사와 같이 주관적 관점에서 가중치를 평가했다면 본 연구개발의 방법론을 적용한다면 각 세부 연계기능에 대한 중요도 또는 영향력을 객관적으로 측정하여 지표화할 수 있어 좀 더 이론적으로 타당한 있는 분석결과를 제시할 수 있을 것임
- 기존의 분석방법이 역사내부 환승연계시설에 대한 용량분석방법에 기초한 서비스평가라 할 수 있다면 본 연구는 고속철도역 연계교통망 개선을 위한

교통망 차원의 관점에서의 분석으로 세부 연계기능 지표에 대한 자료만 구축된다면 쉽게 적용 및 활용이 가능할 것으로 기대

- 고속철도역과 영향권간의 연계성 강화에 대한 '정량적인 평가기준'으로서 고속철도역의 연계교통망 계획을 평가하고 개선하는데 활용될 수 있으며 연계교통망의 효율성을 평가할 수 있을 것임
- 또한 기존의 교통연계시설 및 환승시설 평가체계와 함께 본 연구개발의 연계성 지표를 적용한다면 현재 운영되고 있는 고속철도역과 향후 개발예정인 고속철도역의 연계교통망 정비계획의 기본방향을 제시하는 중요한 참고자료로서 활용이 가능할 것임

나) 사회·경제적 기대효과

- 고속철도역의 연계교통망 차원의 연계기능 평가가 가능하여 연계기능의 문제점 및 보완사항의 분석이 가능하여 연계교통망 정비의 방향을 제시할 수 있음
- 고속철도역의 연계기능 향상을 도모하여 고속철도와 타 수단 특히, 대중교통 수단 간의 이용 증진을 도모하고 통행자의 편의를 증진할 수 있을 것임
- 고속철도의 연계기능 향상을 통하여 친환경수단인 철도이용을 증대할 수 있고 이에 따른 국가차원의 시간절감편익증대, 에너지소비감소, 환경오염비용 감소, 온실가스배출감소, 교통사고비용감소 등의 사회·경제적 편익 증대를 도모하고 궁극적으로 고유가 녹색성장 시대의 지속가능한 교통발전을 도모할 수 있음
- 한국교통연구원의 '기후변화협약 대비 교통부문 온실가스 저감 정책의 효과분석'연구결과에 따르면 철도수송분담률 1% 증대시마다 에너지 소비 및 CO₂ 배출 감소로 인한 약 6,000억 원의 편익이 발생

다) 연구성과 활용계획

- 고속철도의 이용증진을 위해서는 고속철도와 연계교통수단의 연계성이 매우 중요하다 할 수 있고 연계교통수단의 연계성을 높이기 위해서는 연계교통수단의 공급, 연계교통수단의 연속성, 연계교통정보의 제공이 중요하다 할 수 있음
- 이러한 연계기능 요소를 충분히 갖추기 위해서는 철도공사, 철도시설공단, 지자체 등 다양한 이해관계 기관의 상황인식과 협의가 필요할 것이고 철도공사는 현재 공사가 운영 중이거나 운영 예정인 고속철도역의 연계성을 높이기 위해서 본 연구개발 결과를 활용하여 관련 기관과의 협의에 활용할 수 있을 것임
- 고속철도역의 영향권에 포함된 지자체도 시민들에게 통행의 편리성이라는 복지를 제공하고 업무·관광 등의 통행수요를 증대하기 위해서는 고속철도와 연계성이 중요할 것이고 이러한 연계성을 높이기 위하여 충분한 연계교통수단과 연계교통정보를 제공하기 위한 사업을 시행하여야 할 것임. 이와 관련한 사업을 평가하고 개선하기 위해서도 본 연구개발의 결과가 활용될 수 있을 것임

다. 추가연구의 필요성

- 본 연구개발은 고속철도역의 영향권을 대상으로 고속철도와 타 교통수단간의 연계성을 평가하기 위한 새로운 방법론 개발을 위한 창조형 모험공모과제 기초연구로 수행되어졌음. 이를 위하여 서울역, 부산역, 울산역, 신경주역을 대상으로 조사 및 분석이 이루어졌음
- 연구개발 결과를 보완하여 향후 좀 더 일반화할 수 있는 모형을 구축하기 위해서는 본 연구개발에서 다루어진 분석 대상역 보다 광범위한 조사와 분

석이 필요할 것이라 판단되며 이를 통해 구축된 DB는 다양한 연구에 활용될 수 있을 것임

- 본 연구개발에서는 세부 연계기능 지표에 대한 상호관계를 고려하기 위하여 정량화 작업이 필요한데 향후 보다 합리적인 정량화 방법에 대한 공학적 연구가 수행될 필요가 있음

[참고 문헌]

1. 강경표 외 3인 (2011), 네트워크 기반의 간선도로망 정비를 위한 기초연구, 한국교통연구원.
2. 김찬주 (2002), A 옥외공간의 공간구성 연계성에 따른 거주자 만족도에 관한 연구, 연세대학교 석사학위논문.
3. 권영중. (2007), 교통연계 및 환승시스템의 문제점과 개선방향, 교통기술과 정책 제4권 제1호, pp.94-102.
4. 김성은 (2008), 대도시권 대중교통 환승센터의 이동편의시설 서비스수준(LOS)에 대한 연구, 서울과학기술대학교 철도경영대학 석사학위논문.
5. 김종해, 김시곤, 이경노 (2008), 고속철도역 환승시설 용량 및 서비스 수준 산정 방안, 대한토목학회논문집 제28권 제6호, pp. 735-740.
6. 김철순, 김시곤, 김정환 (2008), 고속철도역 환승시설 서비스 평가지표 개발 및 적용, 대한토목학회논문집 제28권 제4호, pp. 533-538.
7. 김철순, 김시곤, 이경로 (2009), 환승센터 유형별 환승보행시설 서비스수준 및 용량 산정 : 고속철도역, 버스터미널, 도시철도역을 중심으로, 대한교통학회 학술대회지.
8. 김철순 (2010), 고속철도 환승센터의 연계환승시설 서비스 수준 및 용량 산정, 서울과학기술대학교 석사학위논문.
9. 김강섭 (2010), 도시철도 환승역의 연계환승시설 배치기준개발 및 평가, 서울과학기술대학교 석사학위논문.
10. 김호중 외 4인 (2012), 네트워크지수를 활용한 국가교통인프라 추진전략 연구 : 고속도로 IC를 중심으로, 국토연구원.
11. 김장욱 (2012), 여객철도 통행행태 조사·분석 연구, 한국철도공사 연구원.
12. 박준식, 강성철 (2010a), 복합수단 대중교통 네트워크의 연계성 평가 모형, 대한교통학회지 제28권 제3호, pp.85-98.
13. 박준식, 강성철 (2010b), 도로 네트워크의 노드 연계성에 관한 연구, 대한교통학회지 제28권 제4호, pp.129-139.
14. 박준식, 강성철, 김거중 (2010c), 교통물류거점의 네트워크 연계성 개선효과 분석 방법론, 대한교통학회지 제28권 제6호, pp.167-177
15. 신호철 (2009), 국어교육에서 연계성의 개념과 양상, 새국어교육 제81호, pp.

183-211.

16. 이종국, 김시곤, 임광균 (2009), 철도 환승센터의 시설배치기준 및 평가방안, 대한토목학회논문집 제29권 제5호, pp. 597-604.
17. 이종국 (2010), 고속철도 환승센터의 설계기준 및 서비스 평가에 관한 연구, 서울시립대학교 박사학위논문.
18. 한성엽, 김강섭, 박민규, 김시곤 (2009), 고속철도역의 연계환승시설 서비스 수준 평가, 한국철도학회 2009년 춘계학술대회 논문집.
19. Fornell, C. and Larcker, D. F. (1981), Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error, Journal of Marketing Research, Vol. 18(1), pp. 39-50.
20. Freeman, M. E. J. (2004), Centrality in networks: Conceptual Clarification, Social Networks, 1, pp.215-239.
21. Jan Scheurer (2007), Spatial Network Analysis of Public Transport Systems, Australasia Transport Research Forum.
22. Henseler, J. Ringle, C. M., Sinkovics, R. R. (2009), The Use of Partial Square Path Modeling in International Marketing, Advances in International Marketing, Vol 20, pp.277-319
23. Hulland, J. (1999), Use of Partial Least Squares(PLS) in Strategic Management Research: A Review of Four Recent Studies, Strategic Management Journal, Vol 20(2), pp. 195-204.
24. 국토해양부 (2012), 철도설계기준.
25. 국토교통부 (2013), 2012년 철도서비스 품질평가.
26. 국가교통DB (2012), 2010년 기준 전국 지역 간 주수단 OD, 한국교통연구원.
27. 건설교통부 (2004), 민간부문 건설 CITS 기능 고도화 연구 : 건설 CITS의 민간 부문 시스템의 모듈화 연구.
28. 김계수 (2013), SmartPLS 이용 쉬운 구조방정식 모델, 도서출판 청람.
29. 우종필 (2012), 구조방정식모델 개념과 이해, 한나래 아카데미.
30. 네이버지도, <http://maps.naver.com>
31. 한국철도공사, <http://www.korail.com>
32. 전국시외버스 통합예약 안내 서비스, <https://www.busterminal.or.kr>
33. 서울시 주요통계, <http://stat.seoul.go.kr/>

[부 록]

[부록 1] 연계기능 요소의 세부기능 지표

구 분	세부기능 지표		변수	산정기준 및 정량화
연계교통수단 공급	버스공급	버스노선수(개)	a1	고속철도역과 교통존을 직접 연결하는 버스 노선 수
		1시간 버스공급대수(대/시)	a2	고속철도역과 교통존을 직접 연결하는 버스 노선의 평균배차간격의 역수
	도시철도공급	도시철도역수(개소)	b1	고속철도역과 기종점(교통존)을 연결하는 도시철도 노선 수
		도시철도노선수(개)	b2	고속철도역과 교통존을 연결하는 도시철도 노선 수
		1시간 도시철도공급대수(대/시)	b3	고속철도역과 교통존을 연결하는 도시철도 노선의 평균배차간격의 역수
	택시공급	택시등록대수(대)	c1	교통존(행정구)의 택시 등록대수
	승용차공급	자가용등록대수(대)	d1	교통존(행정구)의 택시 등록대수
		환승주차장 공급(대)	d2	환승주차장 공급 면수
	자전거공급	자전거도로 공급(ratio)	e1	고속철도역-교통존(센트로이드=사·구청)의 자전거 경로상 자전거도로 비율
		자전거보관소 공급(대)	e2	자전거 보관소 공급 면수

구 분	세부기능 지표		변수	산정기준 및 정량화
연계교통수단 연속성	연계저항	환승횟수(회)	j1	고속철도역-교통존의 최적 대중교통 경로 3개에 대한 평균 환승횟수
		환승시간(분)	j2	고속철도역-교통존의 최적 대중교통 경로 3개에 대한 평균 환승시간
		환승거리(km)	j3	고속철도역-교통존의 최적 대중교통 경로 3개에 대한 평균 환승거리
		주차요금(원)	j4	승용차 1시간 주차요금
		환승할인 여부(1,0)	j5	대중교통 이용시 환승할인 적용 유(1), 무(0)
	연계시설배치	버스시설배치(초)	k1	버스 정류장과 고속철도역 출입구까지의 이동시간
		도시철도시설배치(초)	k2	도시철도 승강장과 고속철도역 출입구까지의 이동시간
		환승주차장배치(초)	k3	환승 주차장과 고속철도역 출입구까지의 이동시간
		택시승강장배치(초)	k4	택시 승강장과 고속철도역 출입구까지의 이동시간
		승용차정차대배치(초)	k5	승용차 정차대와 고속철도역 출입구까지의 이동시간
		자전거보관소배치(초)	k6	자전거 보관소와 고속철도역 출입구까지의 이동시간
	계단통행 거리	버스-역(m)	l1	버스정류장과 고속철도역간 이동 경로의 계단통행 거리
		도시철도-역(m)	l2	도시철도 승강장과 고속철도역간 이동 경로의 계단통행 거리
		환승주차장-역(m)	l3	환승주차장과 고속철도역간 이동 경로의 계단통행 거리
		택시-역(m)	l4	택시승강장과 고속철도역간 이동 경로의 계단통행 거리
		자전거-역(m)	l5	자전거 보관소와 고속철도역간 이동 경로의 계단통행 거리
		승용차정차대-역(m)	l6	승용차 정차대와 고속철도역간 이동 경로의 계단통행 거리

구 분	세부기능 지표		변수	산정기준 및 정량화
연계교통수단 연속성	자동이동시설 설치비율	버스-역(ratio)	m1	버스정류장과 고속철도역간 상하이동 경로의 에스컬레이터 설치율
		도시철도-역(ratio)	m2	도시철도 승강장과 고속철도역간 상하이동 경로의 에스컬레이터 설치율
		환승주차장-역(ratio)	m3	환승주차장과 고속철도역간 상하이동 경로의 에스컬레이터 설치율
		택시-역(ratio)	m4	택시 승강장과 고속철도역간 상하이동 경로의 에스컬레이터 설치율
		자전거-역(ratio)	m5	자전거 보관소와 고속철도역간 상하이동 경로의 에스컬레이터 설치율
		승용차정차대-역(ratio)	m6	승용차 정차대와 고속철도역간 상하이동 경로의 에스컬레이터 설치율
		엘리베이터설치율(ratio)	m7	지상부와 열차승강장까지의 엘리베이터 설치율
	수단간 연결환경	버스-역(0,1)	n1	버스 정류장과 고속철도역간 실내 연결 유무
		도시철도-역(0,1)	n2	도시철도 승강장과 고속철도역간 실내 연결 유무
		환승주차장-역(0,1)	n3	환승주차장과 고속철도역간 실내환승 유무
		택시-역(0,1)	n4	택시 승강장과 고속철도역간 실내환승 유무
		자전거-역(0,1)	n5	자전거 보관소와 고속철도역간 실내환승 유무
		승용차정차대-역(0,1)	n6	승용차 정차대와 고속철도역간 실내환승 유무

구 분	세부기능 지표		변수	산정기준 및 정량화
연계교통 정보제공	연계교통 정보	도착정보제공 유무(0,1)	o1	버스 도착 및 위치 정보의 제공 유무
		노선정보제공 유무(0,1)	o2	버스 노선 정보의 제공 유무
		도착정보 정확도(ratio)	o3	버스 도착 정보 제공의 정확도
		연계교통안내소(0,1)	o4	고속철도 역사내 연계교통에 대한 안내소 설치 유무
		종합교통정보제공(0,1)	o5	연계교통 종합정보제공을 위한 정보제공 매체 설치 유무
		연계교통위치안내(0,1)	o6	연계교통수단 이용 위치 안내 유무
	주차정보	주차정보 제공 유무(0,1)	p1	주차가능 대수 정보 제공 유무
		주차정보 정확도(ratio)	p2	주차정보 제공의 정확도
연계성	고속철도 수단분담율		ci1	KTDB “2010년 기준 전국 지역 간 주수단 OD” 이용 서울역↔신경주역/울산역/부산역간 고속철도 수요가 발생하는 교통존의 고속철도 수단분담률 추출
	통행시간차이		ci2	대중교통(버스, 도시철도, 버스+도시철도) 최소 통행시간과 도로 통행 시간 차이
	일반화통행비용차이		ci3	대중교통(버스, 도시철도, 버스+도시철도, 택시) 최소 일반화비용과 승용차 일반화비용 차이 KDI 예비타당성조사 표준 지침 중 여객 수단선택의 파라미터 적용

[부록 2] 자문회의 수행 내용

- 고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발 -

제1차 자문회의 결과 및 반영내용

□ 개 요

- 일 시 : '13. 2. 13(수) 09:30~12:00
- 장 소 : 한국철도공사 본사 705호 회의실
- 참석자 : 연구원 경영연구처 처원, 24명
- 자문가 : 한국교통연구원 강경표 부연구위원

□ 주요회의내용

◎ 「네트워킹 기반의 간선도로망 정비를 위한 기초연구」 연구 설명

가. 개요

- (연구배경) 도로부문에 투자대비 효율성 저하
 - 수도권 고속국도 평균 통행속도 감소 (2008년 76.4kph→2010년 73.2kph)
 - 지역간도로의 교통혼잡비용 매년 2.2% 증가, 도시부도로는 매년 5.4% 증가
- (필요성) 도로부문 투자대비 효율성을 강화하기 위해 질적인 연계성 필요
- (목적) 네트워킹 기반의 도로망 분석방법론을 적용하여 네트워킹 도로정비방안 제시

나. 연구 내용

- (네트워킹 개념) 네트워크 차원에서 도로의 물리적 연결, 교통정보의 공유, 주행조건 균형 등을 통해 망기능을 향상시키는 간선도로망의 정비
- (네트워크 세부기능) 기존의 물리적 기능과 함께 이용자 통행행태 및 ITS기능 고려
 - 물리적 연계 : 간선도로 간 효율적인 연결을 통해 가·중점간 선택 가능한 다양한 경로의 존재
 - 교통정보 공유 : 가·중점 간 선택 가능한 모든 경로에 대한 교통정보 수집 및 제공의 기능
 - 주행조건 균형 : 가·중점간 선택 가능한 모든 경로의 통행요금, 주행거리 등 통행비용의 균형
- (네트워킹 분석방법론) DB구축 및 지표별 정량화 산정기준 설정에 따라 구조방정식 모형(SEM)으로 분석

다. 결론 및 정책제언

- (중요성) 망기능에 대한 정량적·객관적 진단과 입체적·통합적 분석 가능

- 망기능 지표 및 지수 NR map기반 도로정비계획과 실제 정비방안 간 상호 피드백 가능, 도로와 ITS를 연계한 계획 및 사업 등
- (활용방안) 공간적 범위에 상관없이 망기능 분석 및 평가, NR과 NI 간 상호 피드백, 국가기간 간선도로망 정비계획 및 정비방안을 위한 참고자료
- (한계) 네트워크망을 여러 자체시가 함께 관리하는 경우 정비 계획 및 방법이 달라 투자대비 효율성이 저하될 가능성이 큼
- (정책제언) 도로계획 및 건설사업에 대한 검토 시 ITS 기능 및 효과를 고려한 효율적인 대안분석 및 평가 가능
- (연구방향 제언) 고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발을 위해서는 본 자문연구를 참고하여 방법론을 구축하고 도로교통망의 기능별 세부 지표와는 다른 고속철도와 타 수단간 특성을 고려한 지표를 선정하여야 할 것임

□ 자문결과 반영내용

- 본 연구에서 다루고자 하는 고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표개발시 평가특성을 고려한 지표선정의 중요성 확인하고 연구수행시 반영함
- 고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표의 정량화를 위한 분석방법론에 대한 착안 및 적용방안에 대한 이해하고 분석방법론을 구조방정식모형으로 확정, 반영함
- 평가지표의 위계의 적정성, 객관성 확보의 중요성과 평가지표의 측정 가능성, 정량화가 가능해야 하므로 평가지표 개발시 고려함

□ 자문회의 사진



발표 : 강경표 박사 (한국교통연구원 부연구위원)

□ 참석자 서명부

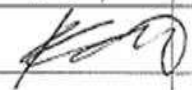
국가R&D 「고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발」 전문가 자문회의 참석자 서명부

□ 일 시 : 2013. 2. 13(수), 09:30~12:00

□ 장 소 : 본사 705호 회의실

□ 참석자

번호	소 속	직 위	성 명	서 명	비고
1	연구원 경영연구처	처 장	왕연대	왕연대	
2	"	팀 장	배영규	배영규	
3	"	부 장	백승진		교육
4	"	부 장	김현구	김현구	
5	"	차 장	하오근		국장
6	"	과 장	공현덕		국장
7	"	대 리	김현주	김현주	
8	"	연구원	배현욱	배현욱	
9	"	차 장	안종희	안종희	
10	"	차 장	김병관	김병관	
11	"	대 리	오윤식	오윤식	
12	"	연구원	신현주	신현주	
13	"	차 장	김한수	김한수	
14	"	차 장	김익희	김익희	
15	"	차 장	김장욱	김장욱	
16	"	차 장	오영택	오영택	
17	"	과 장	신미화	신미화	
18	"	주 임	구숙경	구숙경	
19	"	대 리	김성우	김성우	

번호	소 속	직 위	성 명	서 명	비고
20	연구원 경영연구처	차 장	강중혁		
21	"	과 장	김인철	김인철	
22	"	대 리	임재현	임재현	
23	"	주 임	유승열	유승열	
24	"	주 임	박은정	박은정	
25	"	주 임	박미정	박미정	
26	"	연구원	김현지	김현지	
27	KOTI	부이사장	장영호		
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					

- 고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발 -

제2차 자문회의 결과 및 반영내용

□ 개 요

- 일 시 : '13. 3. 19(화) 16:00~18:00
- 장 소 : 서울역 KTX6 회의실
- 참석자 : 참여연구원 4인(연구원 경영연구처) 및 외부 자문가 4인
- 자문가 : 이진선 교수(우송대학교 철도경영학과 교수)
이 준 박사(한국철도기술연구원 선임연구원)
한동희 박사(도로교통연구원 선임연구원)
정광섭 박사(녹색성장연구소 소장)

□ 세부일정

구 분	소요시간	내 용	비 고
16:00~16:10	10분	자문위원 소개	연구책임자
16:10~16:50	40분	「고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발」 과제 설명	연구책임자
16:50~17:50	60분	자문 및 토의 (연구 방법론 및 연계기능 평가변수 선정)	자문가 참여연구진
17:50~18:00	10분	자문회의 내용정리 및 총평	연구책임자

□ 주요회의내용

- 「고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발」 과제 소개
 - 연구 과제의 개요
 - 연구 내용 및 진행 상황
 - 연구 추진 계획 및 방법론 설명
 - 연구의 기대효과
- 자문 및 토론
 - 연구 진행상황 피드백 및 선정 변수와 방법론 검토

□ 자문내용

○ 이진선 교수

- 선정된 변수마다 검증이 필요하며 종속변수를 정확하게 생각해야 함
변수로 인해 지역에 대한 특성이 나타날 것이며 이것을 바탕으로 연계 서비스 개선하는데 도움이 될 것임
- Zone을 행정구(ex. 강남구, 용산구)가 아닌 보다 세부적으로 구분하는 것을 고려.
예를 들어 강남구의 테헤란로를 기준으로 북쪽은 서울역과 가까워 서울역을 이용하지만 남쪽은 Drop zone이 되어 서울역을 이용하지 않는 것을 보아 행정구 내에서도 차이가 나는 부분이 있으므로 세부 단위로 구분하는 것이 필요할 수 있음
- 연계성 지표를 통하여 역세권(고속철도) 기준의 선명도가 나올 수 있음
- 이용자와 운영자의 입장에서 기대효과를 구분하는 것이 좋음

○ 이준 박사

- 현재 연구의 평가지표는 연계성이 아닌 접근성에 대한 평가 지표로 생각됨
연계성, 접근성, 영향권의 차이를 명확하게 구분할 것
- 연계성의 정확한 정의를 내릴 것 ex) 통행시간이 짧으면 연계성이 좋은가?
- 공간적 범위가 ‘고속철도역 입구 ↔ 출발지/목적지’로 정해져 있는데 내부시설을 제외하고 연계성을 평가할 수 있을지 의문
- 수치화하는 것은 좋지만 의미를 정확하게 구분을 하고 접근성은 포함하지 않는 것이 좋을 것 같음

○ 한동희 박사

- 교통망 차원의 연계성의 종류는 다양함. 그 종류 중에서 선정해서 연구를 구체화하여 진행하는 것을 고려
- 수답분담률을 실질적으로 알기 위해서 설문조사 필요
- 공급특성에서 용량을 고려한다면 지표의 설명력이 높아질 것으로 판단됨
- 연구의 공간적 범위 재설정 검토

○ 정광섭 박사

- 샘플수가 150개가 안되면 구조방정식을 돌릴 수 없음. 최소 300개, 500개는 넘어야 구조방정식을 안정적으로 사용할 수 있는데 현재 샘플수가 150개 이하임
- 지표화, 정량화 될 수 있는 샘플은 구조방정식과 맞지 않음
- 지표의 타당성을 검증하기 어려움
- 변수마다 타당성이 있어야 하고 다른 방법론을 고려해볼 것
- 다른 방법론을 이용하여 나온 결과를 참고하여 영향력 높은 변수를 바탕으로

으로 추가적인 변수 선정

□ 자문결과 반영내용

- 본 연구에서 평가하고자 하는 연계성의 정의를 명확히 하고 이와 관련된 평가지표를 검토·선정하였음
- 연계성 평가를 위한 공간적 범위는 '출발지/목적지 → 고속철도역 입구'로 명확히 하였고 영향권은 분석 대상역을 기준으로 KTX 수요가 발생하는 행정구역별 교통존을 포함하였음
- 연계성 평가지표의 일환인 수단분담률은 KTDB를 이용하여 각 존별 분담률을 산정하여 평가시 적용하였음
- 구조방정식 적용을 위한 샘플수 확보를 위해 서울역, 신경주역, 울산역, 부산역에 포함되어 있는 145개 교통존을 대상으로 자료를 수집하였음
- 구조방정식 분석의 한계점을 극복하기 위한 방법론으로 Smart PLS 적용을 검토함

□ 자문회의 사진

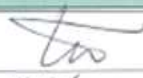
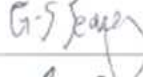
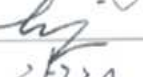
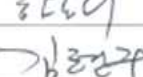


자문가 : 이진선 교수, 이준 박사, 한동희 박사, 정광섭 박사

- 붙임 1. 전문가 자문회의 참석자 서명부
2. 자문위원 자문의견서

**국가R&D 「고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발」
전문가 자문회의 참석자 서명부**

- ☐ 일 시 : 2013. 3. 19(화), 16:00~18:00
- ☐ 장 소 : 서울역 KTX 6 회의실
- ☐ 참석자

번호	소 속	직 위	성 명	서 명	비고
1	KRR2	행정국장	이준		
2	국세재단	연구위원	정광섭		
3	우송대학교	교수	이진선		
4	한국도로공사	책임연구원	한승희		
5	한국철도공사	부장	김종현		
6	"	차장	최병환		
7	"	차장	하은		
8	"	연구위원	신영국		
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					

자문위원 자문의견서

☐ 일 시 : 2013. 3. 19.(화) 16:00 ~ 18:00 (2시간)

☐ 장 소 : 서울역 회의실

☐ 자문위원 : (소속) PR2 (성명) 이준

○ 자문의견서

- 연계성, 정량성, 평형성 등이 명확히 밝혀짐.
(점) (선) (평)
- 연계성이 골라낸 의미는? 계량성이 왜곡되었는지?
- Zone 별 교통사고 위험도 과연 높았는지?
지점 평형성 바꿔놓는가? 보라 지점을 지점성
연계성에 부합성을 재확인할 필요가 있음.
- 환승 의미 재기대는 등이 재확인 필요.
- 연계성보다 수단이 재확인 명확한 정리가 있음.
컨텐츠별 중요도로 강조할 필요가 있음.

자문위원 : 이준 (성명)

자문위원 자문의견서

□ 일 시 : 2013. 3. 19.(화) 16:00 ~ 18:00 (2시간)

□ 장 소 : 서울역 회의실

□ 자문위원 : (소속) 우송대학교 (성명) 이 진선 *lin*

○ 자문의견서

1. 강남구, 송파구와 같은 구별 개념이 아닌 zone (세부) 개념을 도입 하는 방안을 검토할 필요가 있음. 또한 강남구의 경우, 테헤란로를 기준으로 북측과 남측의 통행 패턴이 다르므로 이에 대한 전반적인 고려가 필요함.
2. 연제와 환승 개념이 혼용되고 있으므로 이에 대한 개념 정립도 명확히 할 필요가 있음.
3. 본 연구에서 이용되는 변수의 경우, *endogeneous*한 성질이 충돌되는 변수의 경우는 변수선정의 적절성을 재고려할 것.

모형구축시
4. 총 data의 수가 너무 적은 경우, 모형의 적절성이 (서울역 63개) 문제가 될 수 있으므로 충분히 확보할 것.

자 문 위 원 : 이 진선 (서명) *lin*

5. 연계성이 낮은 것은 접근 ~~방~~ 대로구간이고,
연계성이 높은 것은 고속철도분담률이 타 지역에
비해 높다는 것이므로 종속변수인(연계성 고저) 을
무엇으로 할지 심각하게 고려할 것.
6. 본 연구결과는 철도시설의 운영자와 이용자 입장에서
어떤 기대효과가 있을 수 있는지 구분해서 나리낼 것.
7. 연계성 지표의 (고저) 를 통해 역세권(고속철도)의
범위 설정을 통해 고속철도역세권의 실태도를
나리내는 map을 만들어낼 수 있을 것 같음.
8. 본 연구는 각 종별, 지역별의 접근성
지표를 제시하여 각 고속철도역세권 접근도로
수준을 구분하는 것을 ~~목적~~ 목적으로 연구를
진행하는 것이 바람직함.

자문위원: 이진선 (서명)

자문위원 자문의견서

□ 일 시 : 2013. 3. 19.(화) 16:00 ~ 18:00 (2시간)

□ 장 소 : 서울역 회의실

□ 자문위원 : (소속) 한국도로공사 (성명) 한 동 희

○ 자문의견서

- 현재서 정의하고 있는 연계성의 개념은 구체화 한 필요가 있는 현재서 내용에는 교통수단별 연계나 환승의 의미가 부합적이지 못한 데에 있어 모든 변수를 반영한 지표를 개발할 경우 지표의 의미가 분명해질 수 있을.
- 따라서 현재 연구에서 현행의 변수를 연계성 측면에서 단순화시키거나 현행의 변형을 분해하여 변형된 지표를 개발하는 것은 고려할 필요가 있을.
- 연계성은 여러 변수 중 교통 특성에는 대응할 수 있으나 배차간격은 여러 다른 요인이 포함되면 보다 지표의 민감성이 높아질 것으로 판단됨.
- 지표 개발 기성고 고려하고 있는 구안방향이 모두 개발화 되지 못하는 변수의 선택적 수위에 차이가 큰 반면 현재 고려하고 있는 변수는 대부분 개발화가 가능한 것으로 판단되며 따라서 분석 방법론에 따른 선택적인 검토가 필요할 것으로 판단됨.

자 문 위 원 : 한 동 희 (서명)

[붙임3]

자문위원 자문의견서

□ 일 시 : 2013. 3. 19.(화) 16:00 ~ 18:00 (2시간)

□ 장 소 : 서울역 회의실

□ 자문위원 : (소속) 녹색재단 (성명) 정 광 석

○ 자문의견서

- 본 연구에서 제시하고 있는 연계성의 의미를 명확히 하기 위해 브레인스토밍, FGI 등을 통해 개념화 하고 목적에 맞도록 정의할 필요가 있음.
-예를 들어 접근성과의 개념적 차이는 무엇인지?
- 본 연구의 수행을 위해 구축한 데이터베이스(DB)의 특성이 리커드 척도에 기반 한 정성 자료가 아닌 실제 현장을 측정하여 수집한 정량 자료이기 때문에 방법론에 대한 개선 방안 모색을 검토해 볼 필요가 있음.
- 특히 표본의 크기가 공간적 범위인 서울역, 부산역, 울산역, 신경주역을 모두 합쳐도 약 150개 정도이며, 외생변수(독립변수)로 이용되는 관측변수의 개수가 명도척도를 제외하고도 50개 이상이므로 방법론적으로 현재의 기법이 최선의 효율성과 신뢰성을 확보하기에는 다소 무리가 있는 것으로 사료됨.
-구조방정식모형 → 회귀모형(R-PLS RE, 등)
- 구조방정식모형을 적용할 경우 다음과 같은 사항을 고려해 보기 바람.
-효과모형(반영지표)과 인과모형(조형지표)의 결과를 비교.
-잠재타당성과 판별타당성, 법칙타당성. 특히 정량자료를 이용하기 때문에 법칙타당성에서 구성개념간의 관계(+, -)가 납득하기 어려울 경우가 발생할 수 있음.
-잠재변수인 '연계시설배치수준'과 '연계정보특성'은 단일측정변수와 단일 잠재변수 모형으로 잠재변수에서 관측변수로 가는 경로를 '1'로 고정해야 하며, 측정오차의 분산을 0~0.005로 지정해야함.
-또한 '연계정보특성'은 연속형 변수가 아닌 명목형 변수이므로 조절변수로서의 역할을 제외하면 사용의 범위가 제한됨. 특히 본 연구가 여러 집단 간의 분석결과를 비교하기 위한 것은 아니므로 측정변수로 적합하지 않음.
- 분석프로그램으로 AMOS를 이용할 경우 외생변수간의 공분산 관계 설정은 기본 가정이므로 잠재변수의 공분산관계들 비설정시에는 모델의 적합도가 낮아질 수 있음.

자 문 위 원 : 정 광 석 (정광석)

- 고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발 -

제3차 자문회의 결과 및 반영내용

□ 개 요

- 일 시 : '13. 8. 13(화) 14:00~16:00
- 장 소 : 우송대학교 회의실
- 참석자 : 참여연구원 4인(연구원 경영연구처) 및 외부 자문가 3인
- 자문가 : 이진선 교수(우송대학교 철도경영학과 교수)
이 준 박사(한국철도기술연구원 선임연구원)
강경표 박사(한국교통연구원 책임연구원)

□ 세부일정

구 분	소요시간	내 용	비 고
14:00~14:10	10분	자문위원 소개	연구책임자
14:10~14:50	40분	「고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발」 과제 모형 구축 과정 및 분석 결과 설명	연구책임자
14:50~15:50	60분	자문 및 토의 (연계성 평가 모형 개발 및 분석 내용)	자문가 참여연구진
15:50~16:00	10분	자문회의 내용정리 및 총평	연구책임자

□ 주요회의내용

- 「고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발」 과제 모형 개발 내용 설명
 - 연구 과제 진행 현황
 - 연계성 모형 개발 방법
 - 분석 자료 구축 및 연계 기능 변수 선정
 - 연계성 지표 모형 분석 결과
- 자문 및 토론
 - 연계성 지표로 개발된 모형에 대한 자문 및 피드백

□ 자문내용

- 이진선 교수

- 각각의 고속철도역마다 유의한 변수가 다를 것임. 서울역의 경우 도시철도 노선수가 유의하지만 울산역, 신경주역의 경우 도시철도가 없으므로 연계성을 추정하는데 유의하지 않을 것이라 생각됨
- 최종모형으로 하나의 모형을 도출하여 모든 역사에 적용하지 말고 서로 다른 특성의 모형을 여러개 도출해 역사 특성에 맞게 적용할 것
- 하나의 모형을 일반화하여 지역별로 적용하여 도출된 연계성 지표를 통해 문제점을 해결하고자 할 경우 논란의 소지가 있으니 구분해서 적용할 것
- 연계성을 모형화하면 실용도가 적으나 각 변수의 가중치를 이용한다면 활용 가능성이 높을 것으로 보임

○ 이 준 박사

- 연계성과 접근성의 구분 필요. 변수 중 버스 특성은 공간적인 특성인데 물리적 연계 배치만 보면 고속철도역의 연계성을 파악하는데 맞는지 의문이 듦
- 접근성은 권역의 대한 개념이 중요. 역에 대한 것이 아니라 성북구, 영등포구와 같이 교통존에 대한 접근 정도를 의미하는데 본 연구에서의 연계성은 접근성의 개념이 강함
- 역사 규모가 클수록, 버스 노선수가 많을수록 연계성이 좋은지, 혹은 연계성이 최고지만 버스 노선수가 적다면 연계성이 나쁜 것인지(ex.오송역)에 기준 필요

○ 강경표 박사

- “고속철도와 타 교통수단간”이라는 말이 수단간 비교를 의미하는 것 같은 오해의 소지와 책임 소재가 될 가능성이 있다고 판단되므로 제목 수정 필요
- 구축된 연계성 지표 모형을 어디에 활용할 것인지 정확히 하여 활용방안 측면을 부각시킬 것
- 공급특성, 통행저항, 연결특성, 정보특성에 대한 용어 정리 필요
- 분석 측면에서의 두 모형은 괜찮으나 모형 분석시 실제 Dataset에 대해 매치가 잘 되는지 확인
- NR은 세부변수를 통하여 문제점을 정량적으로 파악하기 위해 만든 것으로 유의 변수 중 KTX 접근성 향상을 위해 어떠한 변수를 향상시킬 것인지 향상 생각해야함

□ 자문결과 반영내용

- 고속철도역의 도시철도 연계 유, 무를 고려한 평가가 가능하도록 2가지 모형(모형1 : 도시철도특성 반영, 모형2 : 도시철도특성 미반영)을 제시함으로써 향후 활용가능성을 고려하였음
- 본 연구에서 도출한 연계성 평가모형의 활용도를 높이기 위해 기존 KTX역과 신설되는 KTX역의 연계성 평가가 가능하도록 정량화 방안을 제시하였음
- 평가모형 구축시 고려한 연계기능 요소의 지표에 대한 정의를 명확히 하여 오해의 소지가 없도록 하였음
- 연계성 평가모형에서 최종적으로 선정된 지표 외에 추가적으로 반영할 수 있는 지표에 대해 검토하였음

□ 자문회의 사진



자문가 : 이진선 교수, 강경표 박사, 이 준 박사

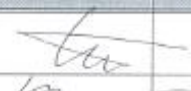
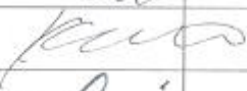
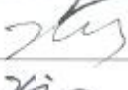
- 붙임 1. 전문가 자문회의 참석자 서명부
2. 자문위원 자문의견서

**국가R&D 「고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발」
전문가 자문회의 참석자 서명부**

☐ 일 시 : 2013. 8. 13(화), 14:00~16:00

☐ 장 소 : 우송대학교 회의실

☐ 참석자

번호	소 속	직 위	성 명	서 명	비고
1	KRIR2	신진	이준		
2	한국교통연구원	부연구위원	강영민		
3	우송대학교	교수	이진선		
4	한 구원	차장	김호진		
5	"	차장	최병준		
6	"	차장	최병준		
7	"	연구위원	신영규		
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					

자문위원 자문의견서

□ 일 시 : 2013. 8. 13.(화) 14:00 ~ 16:00 (2시간)

□ 장 소 : 우송대학교 회의실

□ 자문위원 : (소속) 우송대학교 (성명) 이진선 *lyj*

○ 자문의견서

1. 세부연계기능 지표 중 도시철도노선수는 모든
역에 부합되지 않으므로 이에 대한 검토 필요
2. 일반화비용에 대한 지표값은 불필요할
것으로 판단됨.
3. 연계교통망 통행저항의 경우, 통행시간.
통행비용. 일반화비용. 통행거리. 수단간 연계저항은
서로 내재적인 동일한 개념이 포함되어 있으므로
선택시 고려할 필요가 있음.
4. 연계성지표 선정시의 모형중, SmartPLS or
AMOS 중 적정모형을 선정할 시 모든 다섯개의

자문위원 : 이진선 *lyj* (서명)

잠재변수를 다 사용한 모형을 만들었는데,
잠재변수 2, 3, 4 등 다수의 경우의 수를
만들어 NR값을 정렬하여 적정모형을 선정할
수 있는 기준을 만들 것. 또한 각 고속철도역의
특성을 몇 개로 분류하여, ^{특성이 적합한}
잠재변수를 가진 모형을 적절하게 분
모형을 여러개 제시할 필요가 있음.

연구하시느라 고생 많이 하셨습니다.

자문위원 :

이진교 (서명)

자문위원 자문의견서

☐ 일 시 : 2013. 8. 13.(화) 14:00 ~ 16:00 (2시간)

☐ 장 소 : 우송대학교 회의실

☐ 자문위원 : (소속) 한국방송통신대학교 (성명) 이준

○ 자문의견서

- 외부 전제기능 자립 운영 개악의 합리적 검증 방법
 - 일반적인 현재상을 논할 수 있는 지점인지?
- 현재상과 정권상에 명확히 구분 방법
 - 고충으로 인해 현재 상니상을 추구하는 지점인지?
 - coverage를 다뤄야 하는 지점인지?
- 정권상과 고충으로 영사에 대해 처리할라기보다는
 흔들림 없이 지점상과 판관 될.
 - 특정 흔들림이 고충으로 인해 처리한 정권상이
 지점을 논드리려는 것이 바람직할.
 - "왜 정권상이 붕괴?" 이를 극복할 수 있는 방안도.
 그 후 정권상과 현재상 수 있도록 ...

자문위원 : 이준 ~~서명~~

자문위원 자문의견서

☐ 일 시 : 2013. 8. 13.(화) 14:00 ~ 16:00 (2시간)

☐ 장 소 : 우송대학교 회의실

☐ 자문위원 : (소속) 한국교통연구원 (성명) 강명훈

○ 자문의견서

1. 연구개발 계획

- 연구분야-연구구분은 연계성 → 연구초기 중 연구연계성/연구개발성 ~

2. 연구개발 근거

- 타자 연구분야의 연계성 문제
- 수집된 data에 적용된 분석에 따른 통계적 검정 결과
- 가설에 따른 KTIX의 연계성 검정 결과
- 연구개발은 연구초기의 연계성 분석 결과에
대응 분석 (대응분석)의 통계적 분석이 통계적이므로
 이에 적합 안정이 필요함.

3. 연구개발 활용 방안

- 연구/연계성 검정
- 연구개발 안정
- 2, 3차 연구개발 안정 검정 결과

자문위원 : 강명훈

제4차 자문회의 결과 및 반영내용

□ 개 요

- 일 시 : '13. 10. 8(화) 16:00~18:00
- 장 소 : 본사 2층 민들레실
- 참석자 : 참여연구원 6인(연구원 경영연구처) 및 외부 자문가 3인
- 자문가 : 이진선 교수(우송대학교 철도경영학과 교수)
강경표 박사(한국교통연구원 책임연구원)
천승훈 박사(한국교통연구원 선임연구원)

□ 세부일정

구 분	소요시간	내 용	비 고
16:00~16:10	10분	자문위원 소개	연구책임자
16:10~16:50	40분	「고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발」 과제 모형 구축 과정 및 분석 결과 설명	연구책임자
16:50~17:50	60분	자문 및 토의 (연계성 모형 구축 및 결과 자문)	자문가 참여연구진
17:50~18:00	10분	자문회의 내용정리 및 총평	연구책임자

□ 주요회의내용

- 「고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발」 과제 모형 개발 내용 설명
 - 연구 과제 진행 과정
 - 수정된 연계성 모형 구축 과정
 - 수정된 연계성 지표 모형 분석 결과
 - 결론 및 활용방안
- 자문 및 토론
 - 제2차 자문회의 의견 반영한 수정된 연계성 평가 모형에 대한 자문 및 피드백

□ 자문내용

- 이진선 교수

- Amos를 이용한 분석시 발생하는 에러를 SmartPLS를 통하여 최소화시킴으로서 모형의 적정성 부여
- (-)값의 연계 저항을 (+)값으로 표준화(환산)한 것에 중요한 의미가 있음
- 고속철도역을 대상으로 도출한 α (연계성 지수)를 일반 철도역에도 충분히 적용 가능할 것으로 보임. α 가 적용될 수 있는 활용 범위 및 사례 제시할 것
- 다양한 모형을 도출함으로써 모든 지자체에 적용 가능할 것으로 보임
- 연계 저항 세부 변수 중 환승 요소 변수가 많아 각각이 차지하는 가중치가 다른 변수들에 비해 상대적으로 큰 것이 우려되지만 적정성이 있다고 판단됨

○ 강경표 박사

- 본 연구는 연계성 지표를 개발하는 것이 아닌 연계성을 분석할 수 있는 지표 개발하는 내용으로 판단됨
- 연계 기능 요소를 운영자 측면에서의 공급 특성과 연결 특성, 이용자 측면에서의 정보제공특성으로 구분하였는데 둘이 밸런스를 잘 맞춘 듯함
- 정보제공의 정확한 수치 및 지역간 비교는 각 지자체에서 민감하게 받아들일 수 있음. BIS, BMS 시스템은 큰 차이가 없어 정확도를 비교하기가 예민한 사항이라 직접적인 언급은 피하는 것이 좋을 듯함
- 결과가 일반적으로 봤을 때 납득이 되지 않는 부분이 있으니 사례를 제시하여 쉽게 이해할 수 있도록 할 것
- 적용분야 및 주의사항과 한계사항을 제시해줄 것. 또한 지표가 상대적인 것도 언급할 것

○ 천승훈 박사

- 영향권 설정 시 고속철도역사별로 조사를 통하여 설정하는데 모든 역사를 조사하기 힘들 것으로 판단. KTDB에서 제공하는 목적 통행 주수단 OD를 이용하면 손쉽게 영향권 설정이 가능할 것임
- 공급 특성에서 물리적 연결성에 초점이 맞춰져있음. 공급 변수가 적절하게 연결되었는지(ex.토지이용 수요 등)를 고려하면 보다 더 현실적으로 활용 가능한 변수가 될 수 있을 것이라 생각됨
- 연계 저항 특성의 가중치가 가장 크게 나타남. 이를 통하여 환승저항만 적어지면 연계성이 좋아질 것이라는 결과가 나올 수 있음. 가중치가 큰 만큼 타당한지, 값의 상대적 비율 검토가 필요
- 모형 적합도를 R^2 로 검증하였는데 적합도 검증시 다양한 지표와 함께 검토되면 학술적 측면에서도 모형 적합성이 더 높게 나올 것이라 생각됨

□ 자문결과 반영내용

- Amos와 Smart PLS를 통하여 도출된 연구모형의 적정성 여부는 각 방법론의 적합도 지수와 각 지표의 부호검증을 통해 적정성을 검정하였음
- CI(연계성 지수) 산정방법 및 활용성 판단을 위해 조사대상역(서울역, 부산역, 울산역, 신경주역)의 CI를 도출하였고 세부 분석결과의 비교 분석을 통해 각 역별 장, 단점을 파악 후 개선방안을 언급하였음
- 타 교통수단, 특히 대중교통을 이용시 환승횟수, 환승시간, 환승거리, 환승환인 여부는 연계교통수단의 효율성이라 할 수 있고 고속철도와 연계성에 다른 요소보다도 더 큰 영향을 줄 수 있다고 판단되어 타 지표에 비해 연계저항지표의 가중치가 높게 도출된 부분은 적정하다고 판단됨
- 연계저항 지표의 음(-) 부호를 양(+)부호로 변경하여 적용한 이유에 대하여 기술하였음
- 본 연구에서 도출된 평가모형의 한계점에 대해 기술하고 보다 발전된 모형 구축을 위한 방안을 제안하였음

□ 자문회의 사진



자문가 : 이진선 교수, 강경표 박사, 천승훈 박사

- 붙임 1. 전문가 자문회의 참석자 서명부
2. 자문위원 자문의견서

**국가R&D 「고속철도와 타 교통수단간 연계성 지표 개발」
제3차 전문가 자문회의 참석자 서명부**

- ☐ 일 시 : 2013. 10. 8(화), 16:00~18:00
- ☐ 장 소 : 본사 2층 민들레실
- ☐ 참석자

번호	소 속	직 위	성 명	서 명	비고
1	철도공사	차장	왕현미	왕현미	
2	우송대학교	부교수	이진선	이진선	
3	한국교통연구원	무연구원	최승호	최승호	
4	"	연구원	강정호	강정호	
5	철도공사	부장	김현구	김현구	
6	"	차장	김병관	김병관	
7	철도공사	차장	하호근	하호근	
8	"	연구원	신현구	신현구	
9	"	대리	오원수	오원수	
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					

자문위원 자문의견서

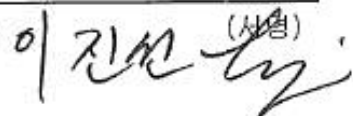
□ 일 시 : 2013. 10. 8.(화) 16:00 ~ 18:00 (2시간)

□ 장 소 : 본사 2층 민들레실

□ 자문위원 : (소속) 우송대학교^(성명) 이진선 

○ 자문의견서

1. 서울역의 공간적 범위를 보면, 경기(30개 교통권)와 인천(9개 교통권)의 경우 광역역 영향권에 대한 가중치(보완율)가 명확히 반영되어 있는지 검토바랍니다.
2. Smart PLS 모형 선택은 Error를 최소화하기 위한 반복적 절차가 포함되므로 검증능력의 적정성을 판단할 수 있다고 봄.
3. CII와 CII의 경우, J값의 해당치는 계수값의 적정성을 재검토할 필요가 있음.

자문위원 : 이진선 ^(서명) 

4. 본 사례를 통해서 KORAIL이 지방자치
단체에 정책효율성을 도출수 있는 활용방안이
대해서 결론방안에 제시할것.

5. 추후 Data가 확보된다면, 고속철도역
뿐만 아니라, 일반철도역으로 확산될 수
있도록 할것.

6. 현재지향의 경우, 계수값이 큰것으로 보아
세부기능지표의 내재성 문제를 추후
검토하기 바람.

7. 연구 흐름과 정상, ^{오차가 적고} 매우 직행성이 높은
모형구축으로 판단됩니다. 우수합니다.

활용성이 많은

자문위원 이진호 (서명)

자문위원 자문의견서

☐ 일 시 : 2013. 10. 8.(화) 16:00 ~ 18:00 (2시간)

☐ 장 소 : 본사 2층 민들레실

☐ 자문위원 : (소속) 한국교통연구원 (성명) 강 경 루

○ 자문의견서

1. 이미성을 보충하기 위한 리포트개발사항을
구분하여 제시할 필요가 있음.
2. 이미 가능 3가지 안
교통수단 집중, 교통수단비중, 교통수단 비중 미시
이론적 측면은 좀더 강렬한 풍경을 포함.
(예) 교통수단 비중 → 교통수단 비중
3. 보충 보충 제안
시행/부행 비교 등 타당성 비교
결과에 대한 세부 ~~항목~~ 지점을 제시하여
해당사항을 제시할 필요가 있음

자 문 위 원 :

강 경 루 

자문위원 자문의견서

□ 일 시 : 2013. 10. 8.(화) 16:00 ~ 18:00 (2시간)

□ 장 소 : 본사 2층 민들레실

□ 자문위원 : (소속) 하남대학교 (성명) 최승훈

○ 자문의견서

- 영향력 측정시 KTPB의 고속도로 수단의 Linked Trip data를 활용 고려
- 연계지표 외에 공영 측면의 지표만 고려되었는데, 수질의 가중치를 고려한 공영지표 반영도 필요 (공영버스 배스, 공영 배차로 등...)
- ^{변별력} 모형의 적합도 정도는 적절히 반영되었는지? R^2 만 고려 (X^2 , GFI, RMSEA, TLI/NFI)
- 모형 1/2 모두 연계지표의 가중치가 높게 나타남 (0.60) / (0.403)
 ↳ 연계지표가 공영 지표보다 더 중요한 것인지에 대해 검토 필요
 ↳ 연계지표의 세부지표가 너무 미비한 것은 아닌지 : 세부지표는 내재성 여부 검토
- 구조방정식에서 모형의 설정 불완전 여부, 전체 Data의 적합이 매우 중요.

자문위원 :

최승훈 (인)