









**교통분석용 네트워크
구축방법과 신뢰성 제고방안**

목 차

-  I 개 요
-  II 교통분석용 네트워크의 개념
-  III 교통분석용 네트워크의 구축방법
-  IV 교통분석용 네트워크의 활용방법
-  V 교통분석용 네트워크 신뢰도 제고방안
-  VI 교통분석용 네트워크의 활용성 제고

I. 개요

■ 발표 개요

- 교통분석용 네트워크는 장래의 교통수요를 예측하는 과정에서 반드시 필요한 기초 데이터로서, 교통시설의 확충과 교통정책의 평가 및 방향에 많은 영향을 주게됨
- 이런 의미에서 신뢰도 높은 네트워크의 구축은 올바른 교통정책의 수립 및 효율적 교통시설의 제공을 위해 반드시 필요함
- 그러나 네트워크 자체의 구축방법 및 신뢰도 제고를 위한 연구는 다른 교통수요예측 과정상의 기법에 비하여 상대적으로 부족함

■ 발표 범위

- 네트워크는 도로교통망(Highway Network)과 대중교통망(Transit Network)으로 나눌 수 있으며 본 발표에서는 도로교통망을 위주로 네트워크의 구축방법 및 신뢰도 제고방안에 대하여 설명하고자 함

II. 교통분석용 네트워크의 개념

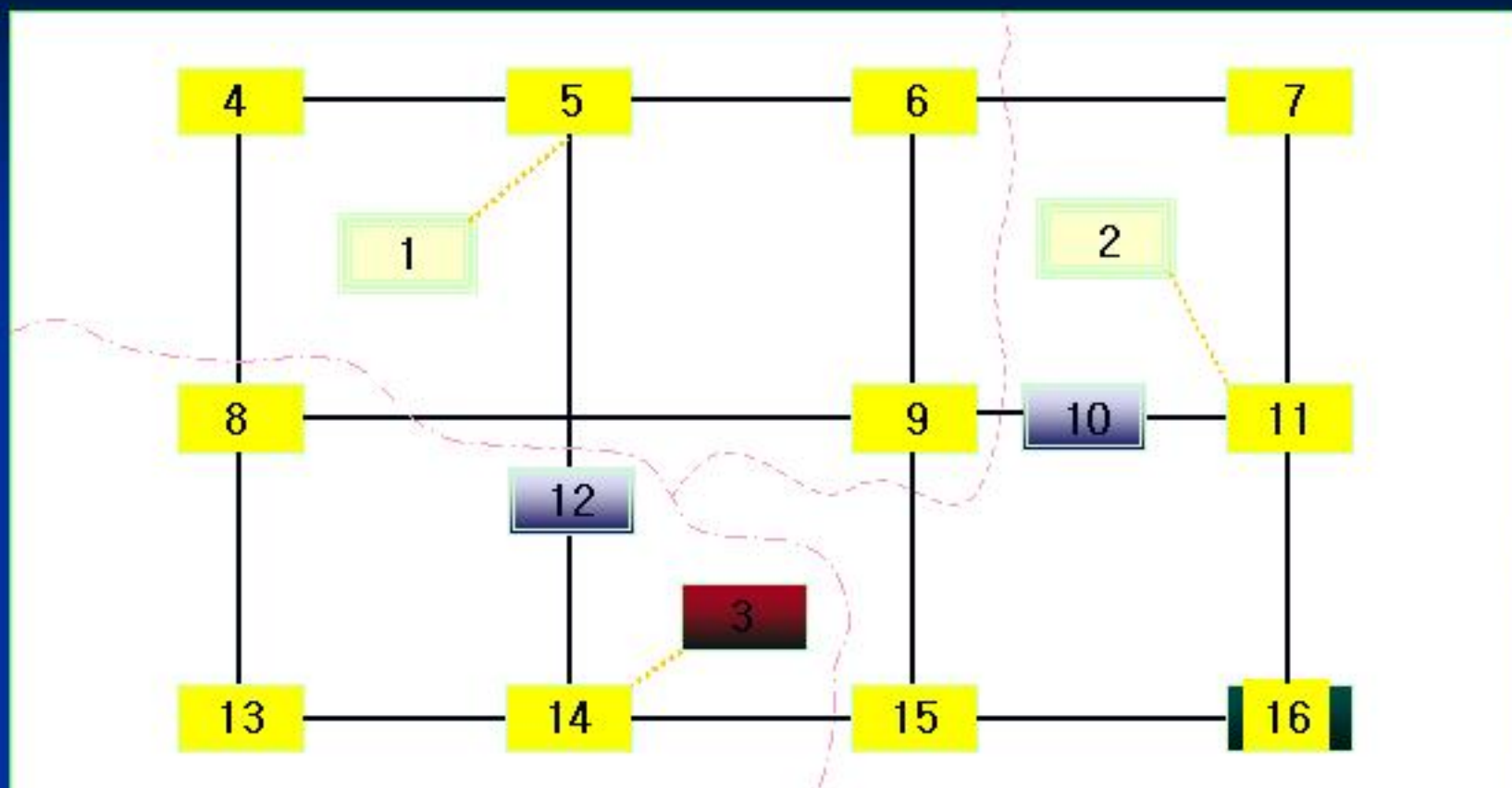
■ 교통분석용 네트워크의 개념

- 분석 대상이 되는 실제 교통망을 분석이 가능하도록 전산화한 결과로서,
- 점적인 교통시설(노드)과 방향성을 지닌 선적인 교통시설(링크)로 구성되며,
- 전산화된 네트워크를 통하여 존간 가능경로, 이들 경로에 대한 통행비용 산출, 기종점 통행량(O/D)의 경로별 배분 등에 사용됨

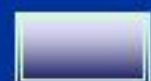
■ 교통분석용 네트워크의 구성

- 교통분석용 네트워크는 노드, 링크, 존 센트로이드, 센트로이드 커넥터 등으로 구성되며 필요에 따라 경계선 데이터를 작성하기도 함
 - 노드 : 실제 교통망에서 교차로, 속성의 변환점 또는 더미노드
 - 링크 : 통행이 가능한 교통시설물을 시종점 노드의 연결 선분으로 표현
 - 존 센트로이드 : 교통존의 중심으로서 모든 통행의 시종점이 되는 가상의 교통활동 중심점
 - 센트로이드 커넥터 : 존 센트로이드와 일반교통망을 연결하는 가상의 링크

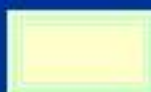
II. 교통분석용 네트워크의 개념



도로 교차 노드



속성 변환 노드



존 센트로이드



일반 링크



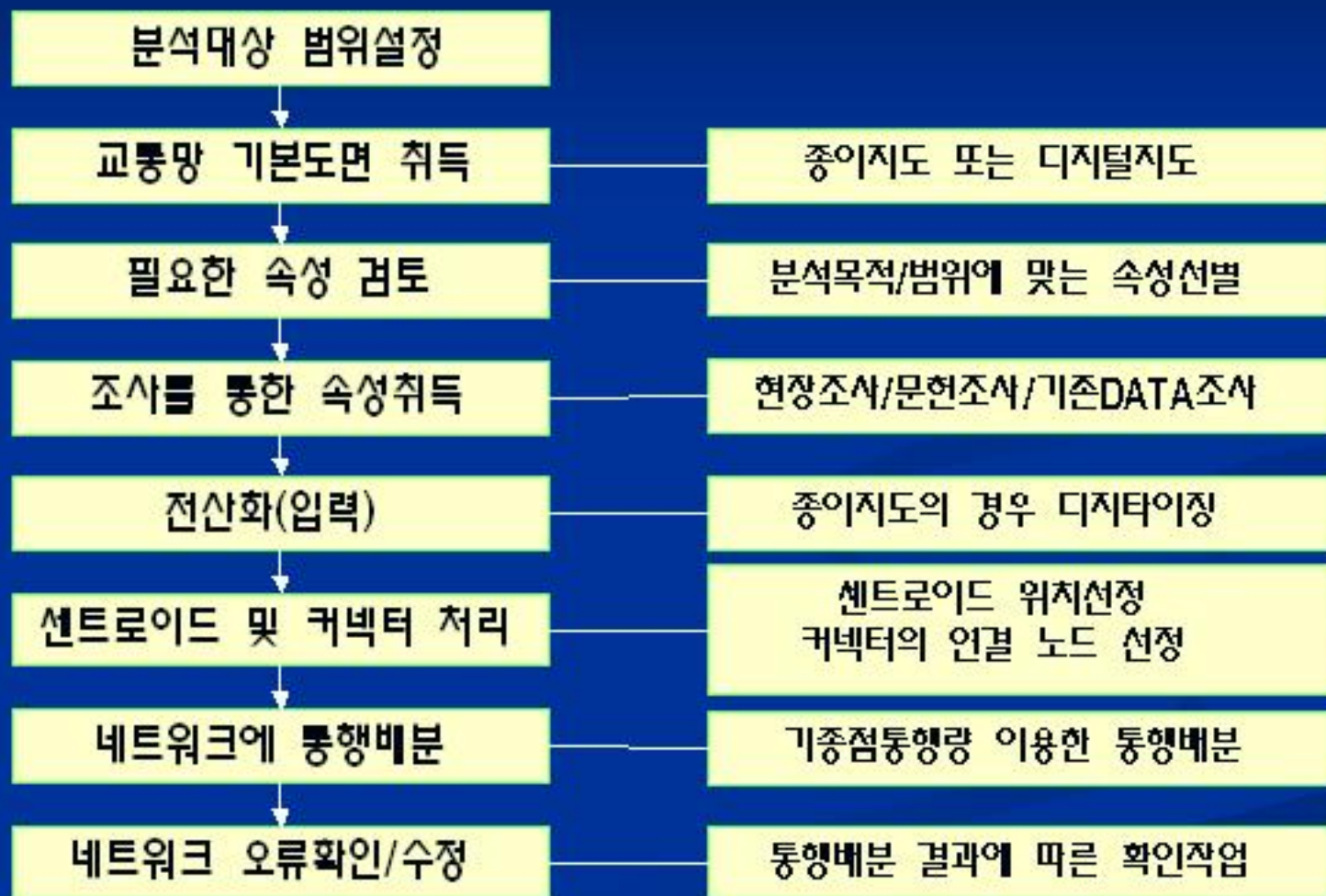
센트로이드 커넥터



존 경계

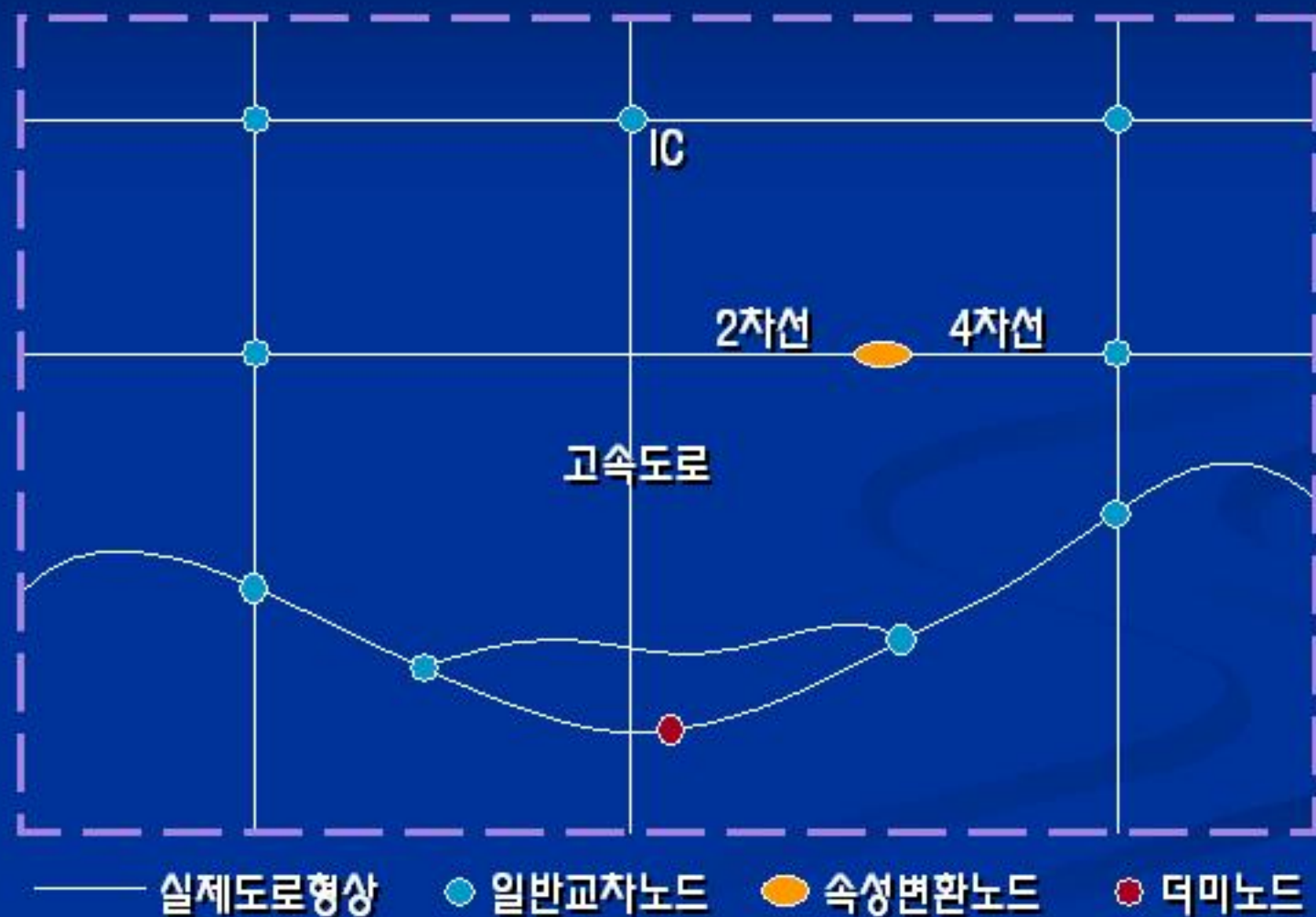
III. 교통분석용 네트워크의 구축방법

■ 일반적인 교통분석용 네트워크의 구축절차



III. 교통분석용 네트워크의 구축방법

■ 노드/링크 데이터의 구축



III. 교통분석용 네트워크의 구축방법

■ 센트로이드 위치선정 및 커넥터의 연결



■ 존 센트로이드의 위치선정

- 가능한 해당 존 내부 활동의 중심지에 좌표 설정
- 일반적으로 존 센트로이드의 위치가 분석에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 나타남

■ 존 센트로이드 커넥터의 연결

- 존과의 유입, 유출통행이 현실적으로 가능한 링크에 접속
- 커넥터의 속성에 따라 배분결과가 달라질 수 있으므로 커넥터의 속성은 동일하도록 입력

III. 교통분석용 네트워크의 구축방법

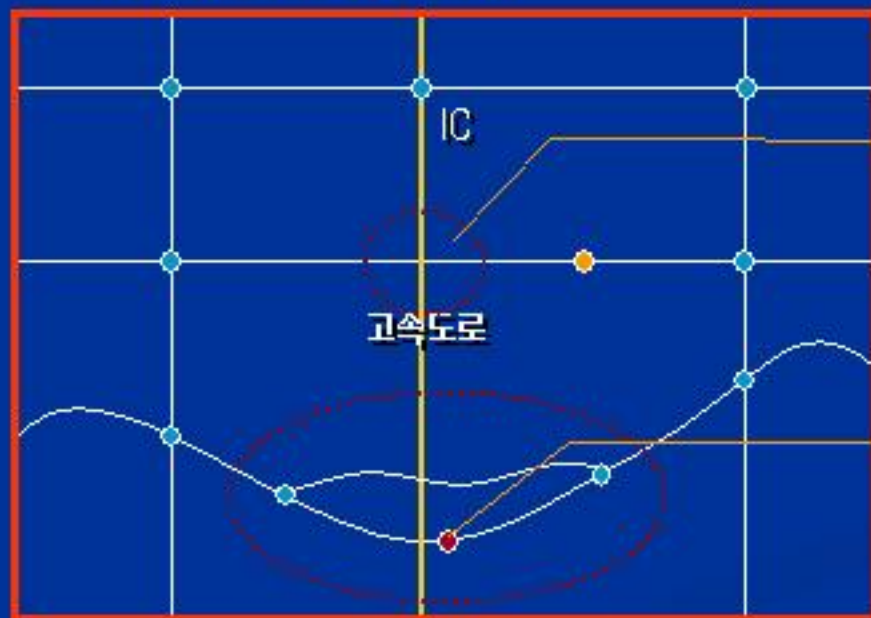
■ 네트워크 구축 시 유의사항

- 실무에서 경험했던 교통분석용 네트워크의 구축과정에서 오류를 중심으로 유의사항을 정리함
 - 고속도로, 고가도로, 지하도로 등의 통과지점 처리
 - 우회도로가 있는 경우 중복링크의 발생
 - 단절링크의 최소화
 - 도로의 선형이 곡선이고, 도로망이 복잡할 경우 선형인식 곤란
 - 접근로가 단절되어 있는 링크와의 커넥터 연결
 - 동일한 교차점에 두개 이상의 커넥터 연결
- 위의 내용 이외에도 존 센트로이드와 네트워크 세밀도 간의 균형, 회전제한 데이터의 필요성, 네트워크 오류수정과정에서의 관측교통량과 추정교통량의 비교 등이 유의사항에 포함될 수 있으나 이는 5장 네트워크 신뢰도 개선방안에서 설명하고자 함

III. 교통분석용 네트워크의 구축방법

■ 네트워크 구축 시 유의사항

- 고속도로, 고가도로, 지하도로 등의 통과지점 처리
 - 실제 교차하지 않고 다른 링크를 통과하는 경우 노드를 생성하지 않음
- 우회도로가 있는 경우 중복링크의 발생
 - 우회도로 또는 단지내부도로의 경우 도로 중간에 더미노드를 생성하여 중복링크 발생을 방지



실제 교차하지 않는 지점에
노드 생성하지 않음

우회도로가 있는 경우 중복링크
방지를 위한 더미노드 생성

III. 교통분석용 네트워크의 구축방법

■ 네트워크 구축 시 유의사항

▪ 단절링크의 최소화

- 도로가 종료되는 지점까지의 링크는 종료점에 커넥터를 연결하는 경우를 제외하고는 통행량 배정이 될 수 없으므로 데이터의 크기 감소와 분석시간의 단축을 위하여 최소화 하는 것이 바람직함

▪ 도로의 선형이 곡선이고, 도로망이 복잡할 경우 선형인식 곤란

- 네트워크의 링크는 노드와 노드를 연결하는 직선이므로, 도로망이 복잡한 경우 선형인식을 위한 더미노드 생성



III. 교통분석용 네트워크의 구축방법

■ 네트워크 구축 시 유의사항

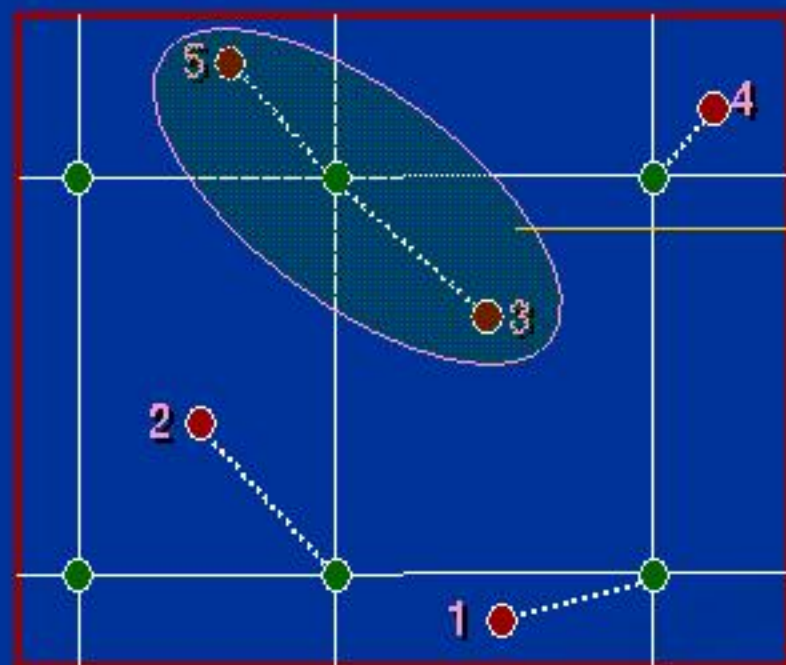
- 접근로가 단절되어 있는 링크와의 커넥터 연결
 - 센트로이드 커넥터는 존 센트로이드와 도로를 연결하는 가상의 링크로서 존의 유입과 유출량 전체를 수용하는 통로의 역할을 함
 - 따라서 네트워크에 포함되지 않은 접근로를 검토하여 현실적으로 접근 가능한 링크에 연결하여야 함



III. 교통분석용 네트워크의 구축방법

■ 네트워크 구축 시 유의사항

- 동일한 교차점에 두개 이상의 커넥터 연결
 - 주로 세밀도가 낮은 네트워크상에 상대적으로 많은 존이 포함된 경우에 발생하게 됨
 - 도로의 교차점 노드에 두개 이상의 커넥터가 연결될 경우, 두 존간의 유입/유출량이 전혀 도로에 배분되지 않아 과소추정의 원인으로 작용



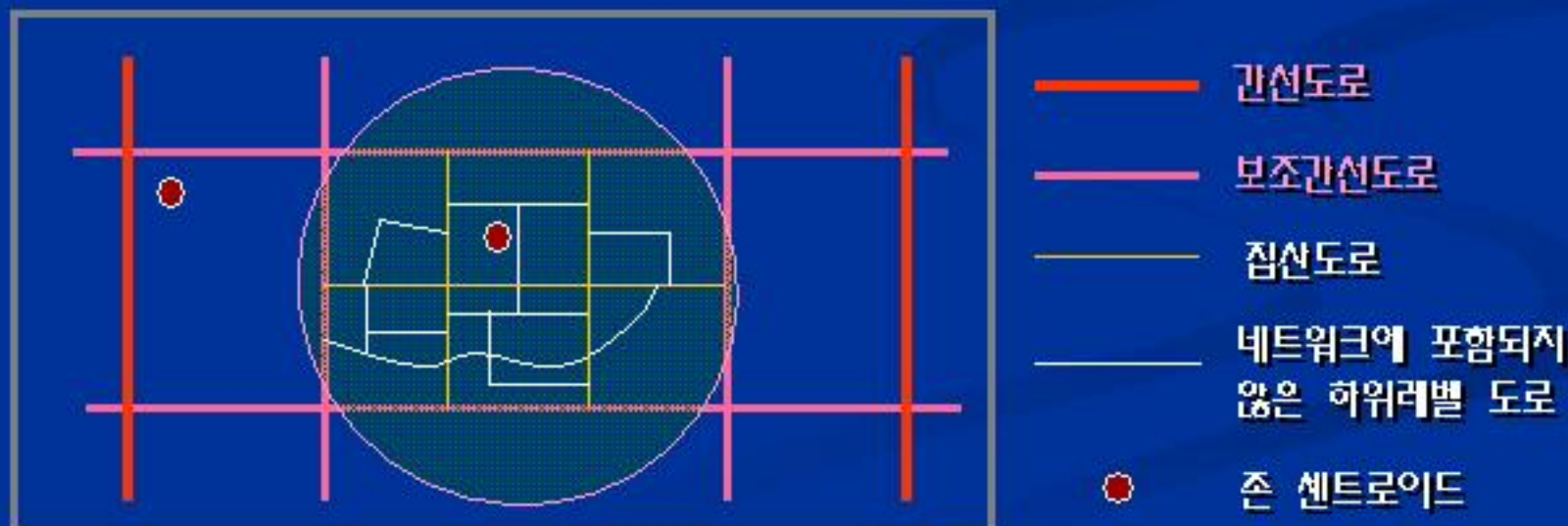
3번존과 5번존 간의 유입통행량
유출통행량이 실제의 도로에
배분되지 못하고 가상의 링크인
커넥터를 통하여 이동함

III. 교통분석용 네트워크의 구축방법

■ 네트워크 구축 시 유의사항

▪ 위계를 고려한 커넥터의 연결

- 존 센트로이드가 교통존 전체 통행발생/도착량을 수용하므로, 전체 교통존에서 공간적으로 확산되어 발생하는 통행량을 반영할 수 없다는 것을 고려할 때,
- 위계가 높은 도로에 커넥터를 연결할 경우, 낮은 위계의 도로에 교통량 배정이 과소추정되고, 간선도로의 교통량 배정오차 커질 확률이 높아짐
- 이에 따라 접근 가능한 최대한 낮은 위계의 도로에 커넥터를 연결함으로써, 주요 간선도로의 예측결과의 신뢰도를 높일 수 있음



III. 교통분석용 네트워크의 구축방법

■ 네트워크 구축 시 유의사항

■ 속성값 입력 시 주의사항

- 차선수 : 방향별 차선수 입력
- 거리 : 분석 프로그램상에서 노선을 입력하면서 자동적으로 계산된 거리
또는 GIS 등 외부 프로그램에서 계산된 결과값의 확인필요
❖ 네트워크의 수정 시에 필요
- 용량 : 차선당 용량 입력 (통행시간 산정 시 차선수를 반영하게 됨)
용량의 산정은 도로위계, 차선수, 시내도로 여부 등을 고려
- 속도 : 일반적으로 TYPE과 차선수를 고려하여 산정하지만, 정확한 속도
자료가 있는 경우 이를 반영
❖ 이 경우 VDF 정의에 반영되어야 함
- 유형 : 고속도로, 국도, 지방도, 시도 등 도로위계와 시내부, 시외부
등을 반영하는 정의 설정
❖ 도로유형(TYPE)은 용량산정에 영향을 줌

IV. 교통분석용 네트워크의 활용

■ 교통수요예측과정에서 네트워크의 활용

- 기종점 통행량(O/D)의 작성과정에서의 활용
 - 통행분포 단계에서 존간 최단거리 작성에 이용
 - 수단분담 단계에서 수단별 통행비용 작성에 이용
- 기종점 통행량을 네트워크에 분배하는 통행배분단계에 직접적 활용



IV. 교통분석용 네트워크의 활용

■ 네트워크 통행배분 방법

■ 통행배분모형의 분류

- 전량배분법(all-or-nothing assignment)
- 반복배분법(iterative assignment)
- 분할배분법(incremental assignment)
- 평형배분법(equilibrium assignment)

■ 평형배분법

- 평형배분모형의 기본 가정은 통행자가 자신의 목적지까지 이동할 때 자신의 통행비용을 최소화할 수 있는 경로를 선택한다는 것임
- 일반화비용 : 경로선택에 있어서 영향을 주는 요소는 경로가 갖는 통행시간, 거리, 소요경비, 인지도, 안락도, 교통신호의 빈도 등을 들 수 있으며, 이러한 요소들을 고려하여 하나의 표준적 측정치로 나타낸 것
- 통상적으로 사용되는 일반화비용은 통행시간

IV. 교통분석용 네트워크의 활용

▪ 통행시간의 산출

- 네트워크 상의 각 링크에 통행배정을 위해서는 각 링크별 통행시간의 산출이 필요하며
- 통행시간은 교통량과 통행시간과의 관계식인 링크용량함수를 이용
- 일반적으로 쓰이는 링크용량함수는 BPR(Bureau of Public Road)함수

$$T_L = T_L^0 [1 + 0.15(V_L/C_L)^4]$$

T_L = 링크 L에서 단위거리당 통과 통행시간

T_L^0 = 자유류 상태에서 링크 L의 단위거리당 통과 통행시간

V_L = 단위시간당 링크 L을 통과하는 교통량

C_L = 단위시간당 링크 L의 교통용량

IV. 교통분석용 네트워크의 활용

- 교통분석용 프로그램에서 사용되는 통행시간 산출함수
 - 교통량과 통행시간과의 관계식인 BPR함수를 기초로 하는 VDF 이용
 - VDF를 이용하여 각 노선 그룹의 특성에 맞는 용량 및 파라메타 지정
 - 각 노선그룹의 특성은 주로 도로의 위계, 단속류/연속류, 차선수 등을 고려하여 분류하고 함수를 정의

$$fd1 = (length/90)*60*(1+5/10(volau+volad)/(lanes*1100)^2)$$

fd1 = VDF가 1로 정의되어 있는 링크의 통행비용(시간)

length = 링크구간의 거리 (단위:km)

volau = 실제 자동차 교통량

volad = 승용차 환산에 의한 추가분

lanes = 링크구간의 차선수

IV. 교통분석용 네트워크의 활용

■ 네트워크 통행배정 과정

- 통행시간에 따라 이동가능 경로에 통행량이 배정되며, 두 존간 통행에 이용된 모든 경로의 통행비용이 동일한, 즉 더 이상 빠른 경로가 존재하지 않는 평형상태에 이를 때까지 반복 배정



A경로의 자유류 상태에서의 통행시간 = 30분
B경로의 자유류 상태에서의 통행시간 = 50분
C경로의 자유류 상태에서의 통행시간 = 40분
용량은 ABC 모두 1,000으로 동일하다면

IV. 교통분석용 네트워크의 활용

▪ BPR 함수의 파라미터를 적용한 통행배정 예



- A 경로에 500대의 통행량 배정시 통행시간 = 30.28분($B > C > A$)
 - A 경로에 1,000대의 통행량 배정시 통행시간 = 34.50분 ($B > C > A$)
 - A 경로에 1,220대의 통행량 배정시 통행시간 = 39.97분 ($B > C > A$)
 - 1,221대부터 C 경로에 통행량 배정시작 ($C=A$ 가 유지되는 배분 계속)
 - C 경로에 1,136대 통행량 배정시 통행시간 = 49.99($B > C=A$)
 - 이때 A 경로의 통행량은 1,452대 (총 2,588대)
 - 2,589대 부터 B 경로에 통행량 배정시작 ($A=B=C$)가 유지될 때까지 배분 계속
- ❖ 1번존에서 2번존까지의 통행량이 2,588대 미만일 경우 B 경로에 통행량 배분되지 않음

Ⅳ. 교통분석용 네트워크의 신뢰성 제고방안

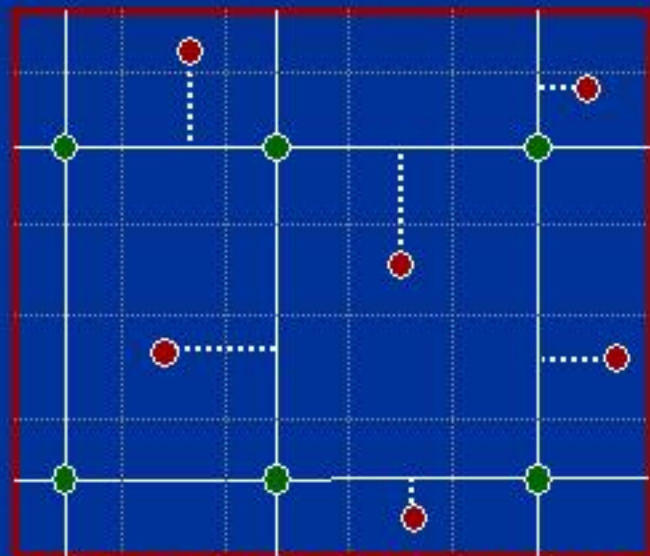
■ 네트워크 구축/관리에 필요한 지원확대

- 교통분석용 네트워크의 구축에 많은 비용과 시간이 투자하여 대부분의 지자체와 연구기관에서 보유하고 있음
- 그러나 상대적으로 구축된 네트워크의 보완/갱신에 대한 투자는 미흡하여, 별도의 다른 분석이 필요한 프로젝트가 있을 경우 수시로 보완/갱신을 위한 조사를 시행하는 경우가 많음
- 이로 인하여 유사한 자료의 중복조사, 네트워크의 주기적 변화에 대한 자료구축 불가능 등의 문제를 야기함
- 또한 네트워크의 보완/갱신을 위한 조사의 주체가 일정하지 않아 네트워크 자료의 논리적 일관성이 부족하게 됨
- 이에 따라 네트워크 구축/관리의 중요성을 인식하고, 이에 대한 예산 및 인력확충이 필요함

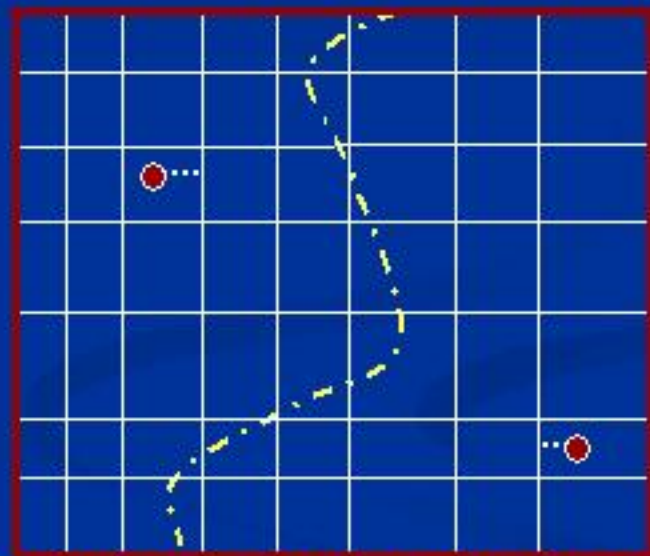
V. 교통분석용 네트워크의 신뢰성 제고방안

■ 존의 범위(규모)와 네트워크 세밀도 간의 균형유지

- 존 설정 범위와 네트워크 세밀도가 불균형할 경우 통행배분결과의 오류발생은 불가피함



존 설정범위가 좁고 네트워크 세밀도가 낮은 경우,
인접 존 통행량이 모두 간선도로에 배정, 과대추정



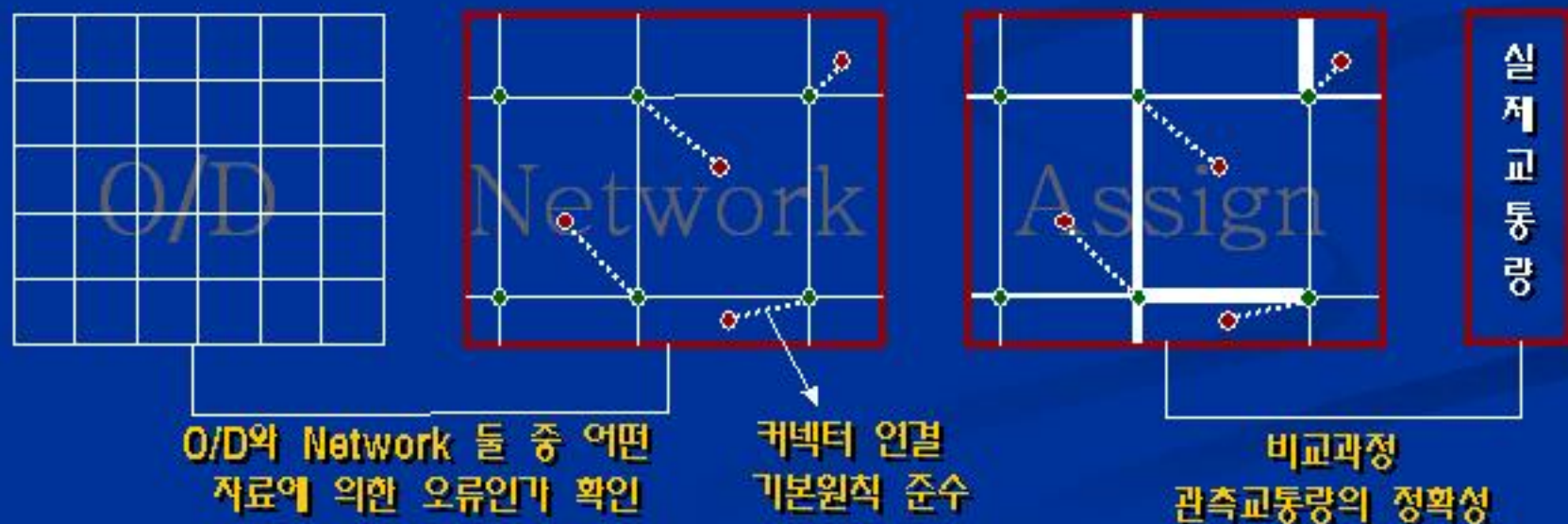
존 설정범위가 넓고 네트워크 세밀도가 높은 경우,
내부통행량이 배정되지 않음, 과소추정, '0' 링크발생

- 존 설정범위와 네트워크 세밀도의 영향에 관한 연구를 통하여 내부통행량, 인구규모 등에 따른 네트워크에 포함될 도로수준의 제시가 필요

V. 교통분석용 네트워크의 신뢰성 제고방안

■ 네트워크의 신뢰도 검증과정에서의 오류최소화

- 일반적으로 네트워크의 신뢰도를 검증을 위하여 실제 관측교통량과 동행배분결과인 추정교통량을 비교하게 됨
 - 이를 통하여 관측교통량과 추정교통량과의 편차가 큰 링크의 선형 또는 속성을 확인하고 오류발견 시 수정하는 과정을 거침
 - 하지만 관측교통량과 추정교통량을 비교하여 네트워크의 신뢰도를 확인하는 과정에서 또 다른 오류가 발생할 우려가 있음



V. 교통분석용 네트워크의 신뢰성 제고방안

■ 네트워크의 신뢰성 검증방법의 개선

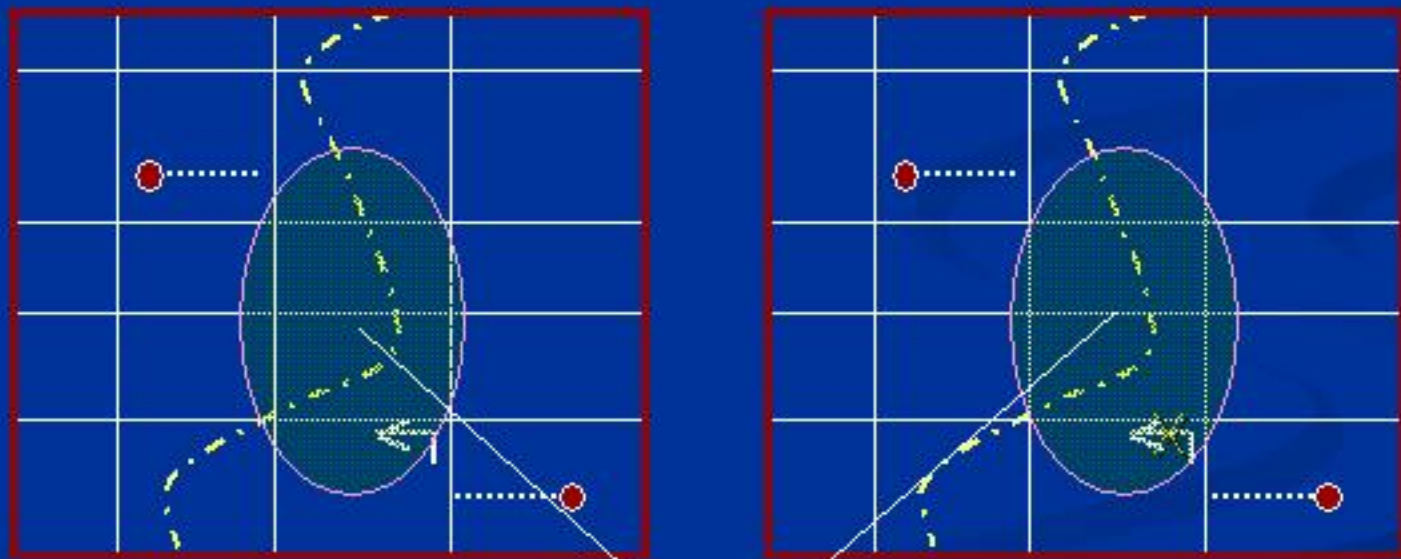
■ 관측교통량과 추정교통량의 비교

- 반드시 네트워크에 의한 오류라고 단정할 수 없음
 - : 관측교통량과 추정교통량의 차이 발생원인이 기종점 통행량일 수 있으므로, 심한 편차가 발생한 부분의 기종점 통행량과 함께 검토되어야 함
- 네트워크 수정 시 선형이나 속성에 문제가 없는 경우, 센트로이드 커넥터를 수정하는 경우가 있는데 이때 커넥터 연결의 기본원칙 준수 필요
- 관측교통량의 정확성 이해 필요
 - : 관측교통량은 용량을 넘어설 수 없음. 따라서 같은 실제 관측교통량이라 할 지라도 정체로 인하여 낮은 교통량 수치가 기록될 수 있음을 이해
 - : 하지만 추정교통량은 수요량에 의한 교통량의 예상치이므로, 용량을 넘어서는 부분에 대한 카운트가 가능
 - : 이러한 추정교통량과 관측교통량의 차이 보정을 위하여, 실제 조사시간대, 구간속도 등의 자료를 참고하여 관측교통량을 대기행렬의 개념이 반영된 수요교통량으로의 보정이 요구됨

V. 교통분석 네트워크의 신뢰성 제고방안

■ 회전제한 정보의 중요성 인식

- 통행배분 단계에서 회전제한 정보를 누락하여 분석하는 경우 많음
- 그러나, 회전제한 정보가 분석결과에 미치는 영향은 무시할 수 없음
- 네트워크 자체의 신뢰성 제고와 분석결과의 오차감소를 위하여 회전제한 정보의 구축과 이의 활용이 필요함



배분교통량의 차이 큼

VI. 교통분석용 네트워크의 활용성 제고

■ 활용율 제고를 통한 신뢰도의 개선

- 네트워크의 선형정보, 속성정보의 오류수정 및 정확성 유지의 어려움
 - “전체 네트워크 중 어느 부분에 오류가 있는가”를 찾아내기 어려움
 - 중존(시/군/구) 단위의 전국 네트워크와 소존(행정동) 단위의 광역권 네트워크를 구축·관리하고 있는 국가교통DB센터의 입장에서, 정확성 유지를 위한 보완조사와 더불어 네트워크를 실제 활용하는 기관이나 업체와의 상호 보완체계 필요
- 활용율 제고를 통한 신뢰도의 개선



VI. 교통분석용 네트워크의 활용성 제고

■ 네트워크의 활용을 제고를 위한 노력필요

- 제공되는 네트워크 자료의 안내강화
 - 실제 네트워크 활용자의 입장에서 네트워크 자료의 전반적인 내용을 보다 쉽게 이해 할 수 있는 안내 제공
 - 또한 국가교통DB센터의 네트워크를 활용함에 있어, 거리입력에 대한 유의사항 등과 함께 참고할 수 있는 데이터의 추가제공을 통한 활용성 제고
- 네트워크 표준형식의 작성 및 배포
 - 현재 국가교통DB센터에서는 EMME/2, Tranplan, TransCAD 등 각 교통분석용 프로그램에 맞는 형식의 네트워크 자료를 제공 중에 있음
 - 이는 각 프로그램 이용자의 편의를 증대한다는 장점이 있으나, 자료변환 과정에서의 오류발생 우려 및 관리의 어려움이 있다는 측면에서 오히려 신뢰도를 저하시키는 요인으로 작용할 수 있음
 - 또한 교통분석용 기초자료들은 일반적으로 분석범위나 내용에 따라 가공하여 사용하는 경우가 많음을 고려할 때, 분석을 위하여 반드시 필요한 속성들을 포함하는 표준 포맷을 작성하여 제공함으로써 신뢰도 및 활용성 제고에 기여

VI. 교통분석용 네트워크의 활용성 제고

- 일반적으로 사용되는 교통분석용 프로그램의 네트워크 필요속성

프로그램	구분	필요 속성
EMME/2	노드	노드번호, X좌표, Y좌표, 센트로이드 유무
	링크	F-node, T-node, Length, Mode, Type, Lane, VDF
TRANPLAN	노드	노드번호, X좌표, Y좌표
	링크	F-node, T-node, Length, AG-code, Link-G, Lane, Capa
TransCAD	노드	노드번호, X좌표, Y좌표, 센트로이드 유무
	링크	F-node, T-node, Length, Type, Lane, VDF, Capa, FF-time
사통팔달	노드	노드번호, X좌표, Y좌표, Type
	링크	F-node, T-node, Type, Length, Lane, Capa, Speed

VI. 교통분석용 네트워크의 활용성 제고

■ 주제도와 교통분석용 네트워크 간의 연계성 강화

■ 국가교통DB센터에서 보유하고 있는 교통주제도의 활용 강화

- 교통주제도의 장점

- : 실제 교통시설의 레벨별 구축(세밀도 조정 가능)
- : 전국적인 회전제한 정보의 보유
- : 용량산정에 필요한 속성 구축
- : Shape File 내에 링크속성과 링크선형자료 포함(링크 수정/갱신 용이)

■ 교통주제도와 교통분석용 네트워크 간의 연계성 강화를 위한 노력

- 교통주제도에서 네트워크를 추출하는 과정상의 오류를 최소화하고 활용성 높은 네트워크 구축을 위한 방안들을 지속적으로 검토하여 이를 주제도와 네트워크의 추출과정에 반영
- 차후 교통주제도와 네트워크와의 미들웨어 구축 등을 통하여 주제도의 갱신/보완 내용이 즉각적으로 교통분석용 네트워크에 반영될 수 있도록 함