

# KTDB 신뢰도 향상을 위한 데이터 관리 시스템 구축 방안

교통연구원 DB 센터 세미나

(2012-5-2)

명지대학교 교통공학과 조교수

김현명



# I. DB센터 교통망 기초자료

## 관리체계의 문제점



# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.1 교통량 자료의 효율적/합리적 관리체계 미비

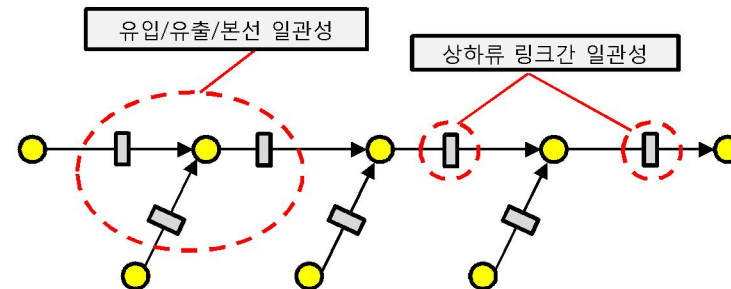
- VDF 정산의 핵심 기초자료인 관측교통량 자료에 대한 검증과 개선이 필요함

### 1) 검증되지 않은 관측교통량 이용의 문제점

#### 교통량의 일관성 (Consistency) 부족

- 여러 정보원으로 부터 얻어진 교통량 자료는 관측 교통량의 지점간 일관성이 부족한 경우가 많음
- 관측교통량에 기반한 OD 추정이나 VDF 계수 추정의 경우 교통량의 일관성이 없다면 정확한 계수의 추정이 불가능함
- 관측교통량의 일관성은 관측 지점간 관계에 따라 축 일관성과 망 일관성으로 구분됨
- 축의 경우 합, 분류지점에서의 교통류 일관성과 연속된 상·하류 지점 교통량 간 일관성이 만족되어야 함
- 망의 경우 경로기반의 분석이 필요하며 EMME/3에서는 불가능하지만, 경로 및 기점기반 배정모형에서는 분석가능

#### 축 일관성



#### 망 일관성



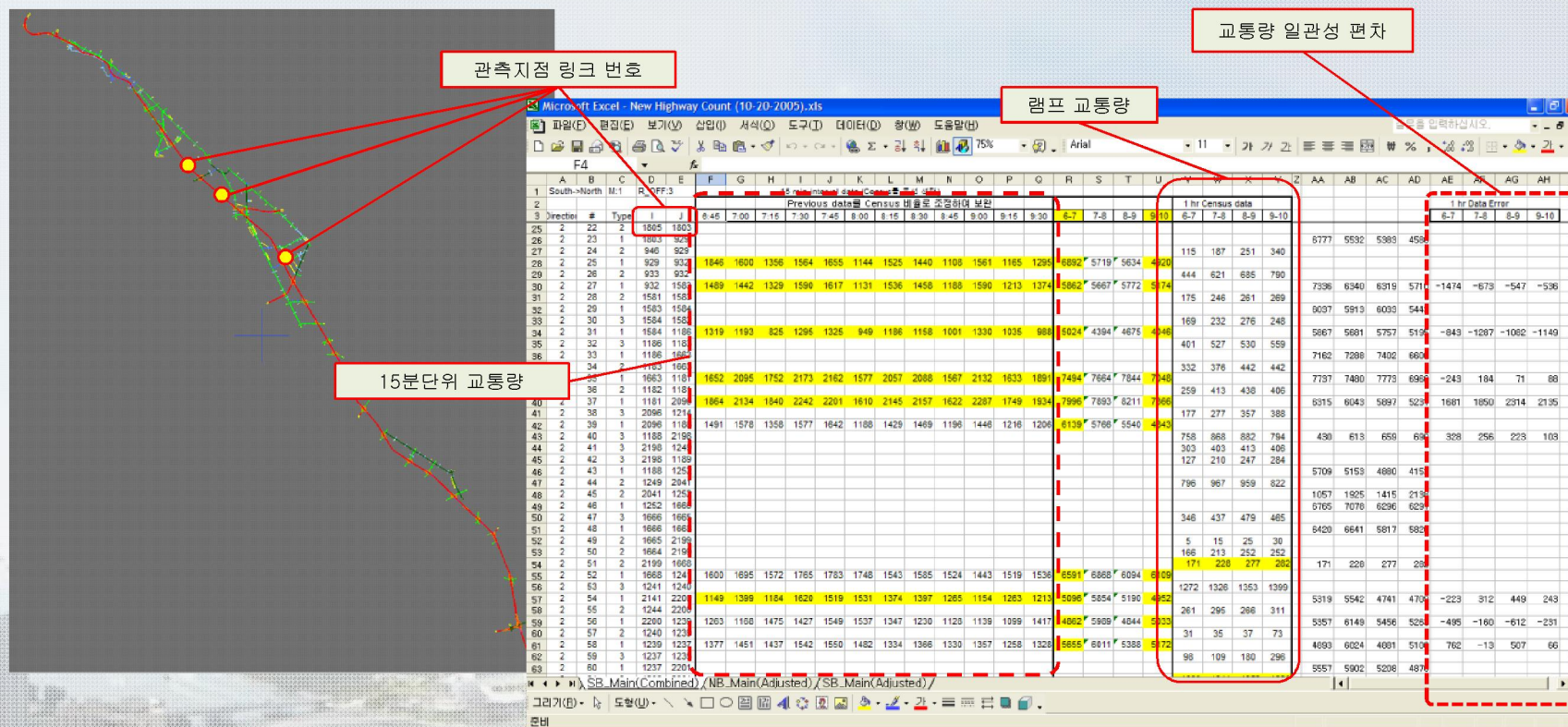


# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.1 교통량 자료의 효율적/합리적 관리체계 미비

축 지점교통량 일관성 분석 프로그램의 예

- 미 캘리포니아 I-880 및 I-5의 동적 OD표 추정을 위한 관측교통량의 일관성 검증 프로그램
- 15분 단위/1시간 단위 상하류 및 진출입 램프 교통량과 주변 간선 도로의 교통량 일관성 검증





# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.1 교통량 자료의 효율적/합리적 관리체계 미비

**교**통량의 독립성 (Independency) 부족

- 조사 지점수가 많다고 하더라도 조사지점간 중복도가 높다면 계수 추정에 장애로 작용
- Yang and Zhou (1998)의 연구와 백승걸 등 (2001)등의 연구를 통해 Cordon line 설정 규칙에 기반한 최적 교통량 조사지점 선정 규칙이 정립됨

### OD 추정을 위한 교통량 조사지점 선정 규칙

하나, OD covering rule

교통량 조사 지점은 전체 기종점 통행 총량 중 최소 일정량 이상을 포착하여야 한다.

둘, Maximal flow fraction rule

교통량 조사 지점은 각 기종점 교통량의 총량 중 최대한 많은 교통량 비율을 포착하여야 한다.

셋, Maximal flow intercepting rule

교통량 조사 지점은 최대한 많은 숫자의 기종점 쌍간 교통량을 포착할 수 있는 지점으로 선정되어야 한다.

넷, Link independence rule

교통량 조사 지점들은 모든 선정지점들이 선형 독립성을 갖도록 선정되어야 한다.



# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.1 교통량 자료의 효율적/합리적 관리체계 미비

- 조사지점들을 통과하는 경로 교통류가 완전히 동일한 경우 두 지점은 선형 종속이라 함
- 조사지점간 선형 종속성이 심한 경우 계수 정산에 방해가 될 수 있어 종속된 나머지 지점들을 자료에서 삭제하는 것이 바람직함

### 조사지점의 선형 종속에 따른 문제점

- 조사지점이 종속적일 때 관측 교통량 현장자료가 동일한 경우는 거의 없음



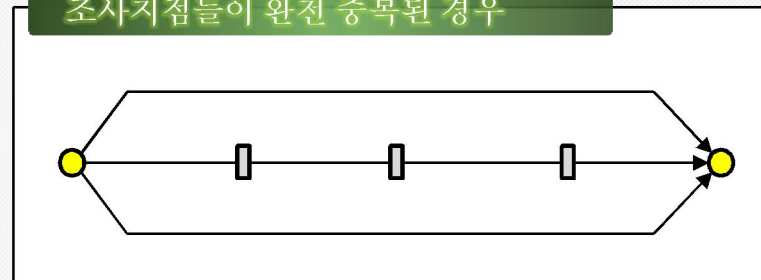
유출입 교통량이 없더라도 교통량의 도착 시간차이와 교통류 변화 때문에 동일한 관측교통량이 나타나지 않음

- 한국교통연구원 (2006, 장원재)

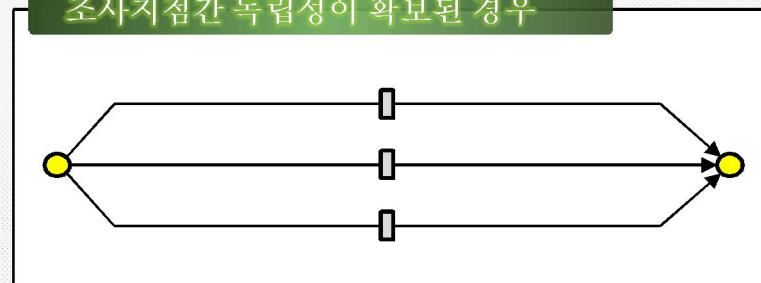


동일한 경로가 여러 관측지점을 지나는 경우 이 경로의 영향이 과다 고려되는 문제가 발생

### 조사지점들이 완전 중복된 경우



### 조사지점간 독립성이 확보된 경우





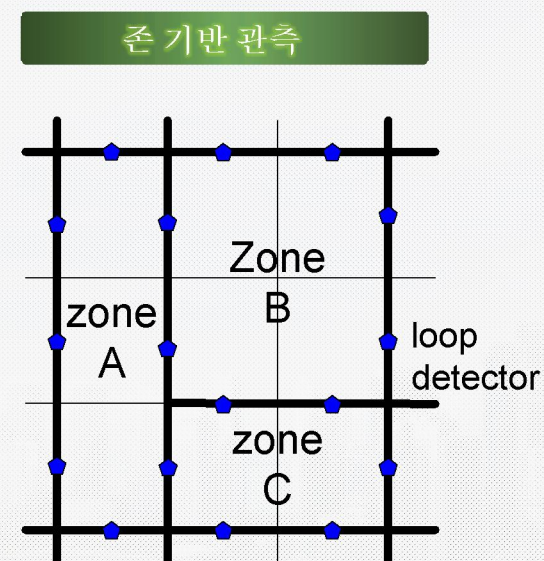
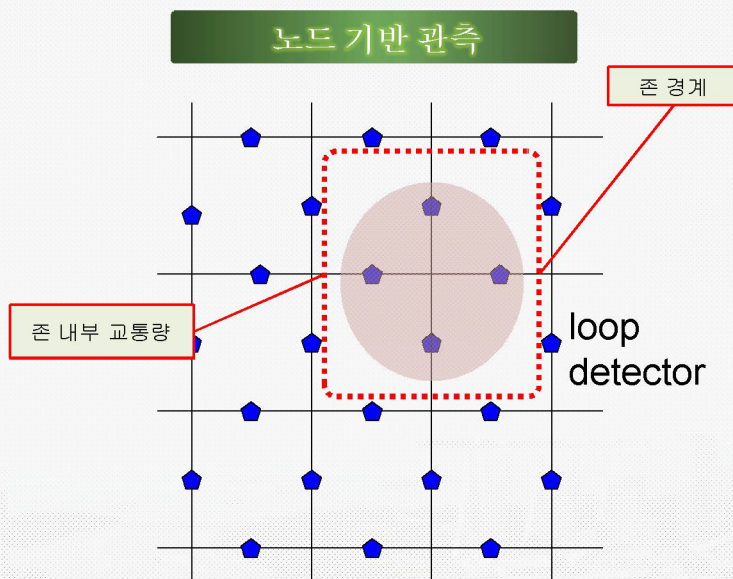
# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.1 교통량 자료의 효율적/합리적 관리체계 미비

관측 교통량의 내부존 통행량 비율

- 백승걸 등 (2001)의 경우 존기반 관측지점 선정이 필요하다고 주장함
- 존 기반 추정이란 존 체계를 고려해 관측지점을 선정함으로써 존 내부통행량의 비율이 높은 도로를 관측지점에서 제외해 지점간 종속성 문제와 존 크기에 따른 오차를 최소화하는 방법임

존 기반 관측지점 선정의 예와 장점



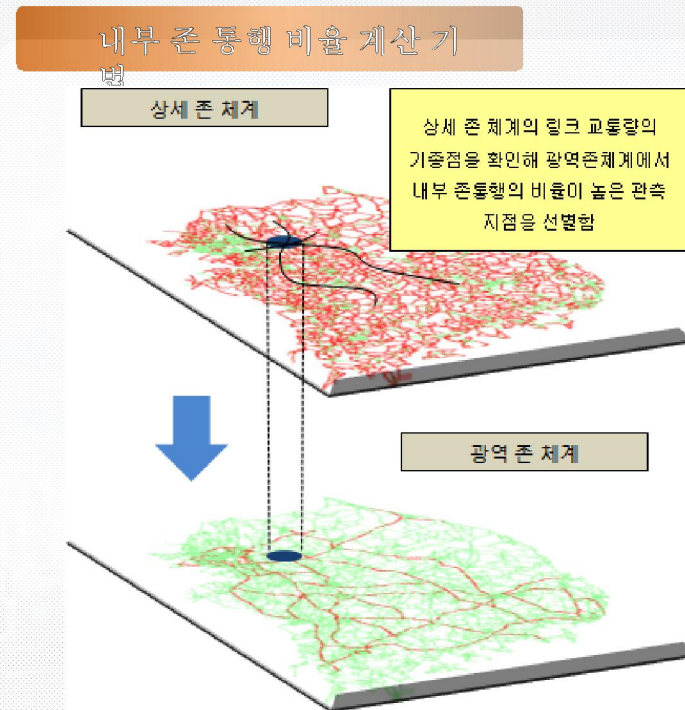


# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.1 교통량 자료의 효율적/합리적 관리체계 미비

### 관측 교통량의 내부존 통행량 비율

- 존 기반 지점 선택 기법을 현실에 적용할 경우 교통망의 각 지점이 현실의 통행기중점과 현재의 존 체계를 비교해 어느 정도의 내부 존 통행을 포함하고 있는가를 분석해야 함
- 현재 KTDB의 통행배정 결과로는 관측지점의 내부 통행량 비율을 포착할수는 없으므로 내부 존 통행량 비율을 알기 위해서는 추가 통행 정보가 필요함
- 첫 번째 방법은 GPS Sample 차량 자료들을 이용해 해당 지점을 통과하는 차량의 기중점을 현재 존 체계와 비교해 존 내부에 기중점이 모두 속한 경우 내부 존 통행으로 간주하는 것임
- 두 번째 방법은 현재 존 체계에 비해 더 상세한 존 체계를 갖는 DB를 이용해 통행배정을 하고, 링크 교통량과 존간 관계를 분석해 현재 존 체계 기준으로 존 내부 통행 비율이 높은 관측 지점을 포착해내는 것임
- 두 번째 방법의 경우 읍, 면, 동 OD와 같이 상세도가 가장 높은 존 체계 하에서는 적용이 불가능하나, 상세도가 높다면 존 내부 통행의 비율이 감소하므로 이 경우에는 내부 존 통행 비율 문제 자체가 완화됨





# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

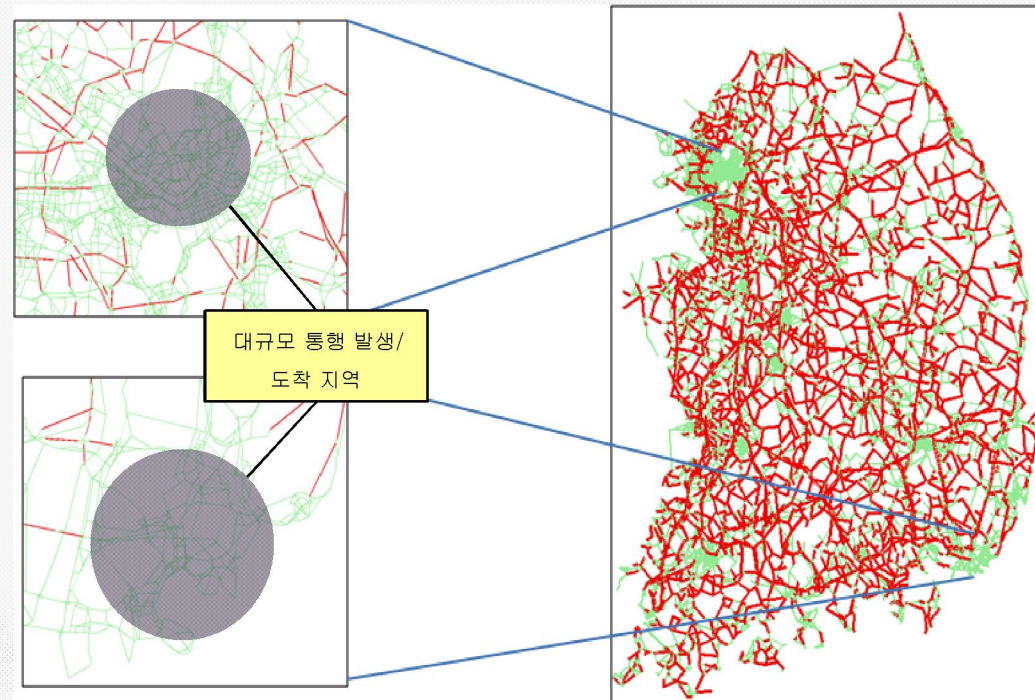
## 1.1 교통량 자료의 효율적/합리적 관리체계 미비

조 사 지점의 공간적 등 분포성 검증 필요

● 교통량 조사지점이 지리적으로 편중되면 추정된 계수의 대표성이 훼손됨

- 현재 정산에 사용하는 정산 지점들의 공간적 분포에 대한 검증과 관리가 필요함
- 예를 들어 현재 관측 지점을 교통망에 분포시켜 확인하면 대도시권의 관측 지점이 거의 존재하지 않음을 알 수 있음
- 대도시권의 경우 상대적으로 통행량 발생이 지방부에 비해 많고 다차로 도로에 속하는 링크들의 교통량에 영향을 크게 미치기 때문에 검증을 위한 조사 지점들이 추가되어야 함

대도시권의 관측지점 부재





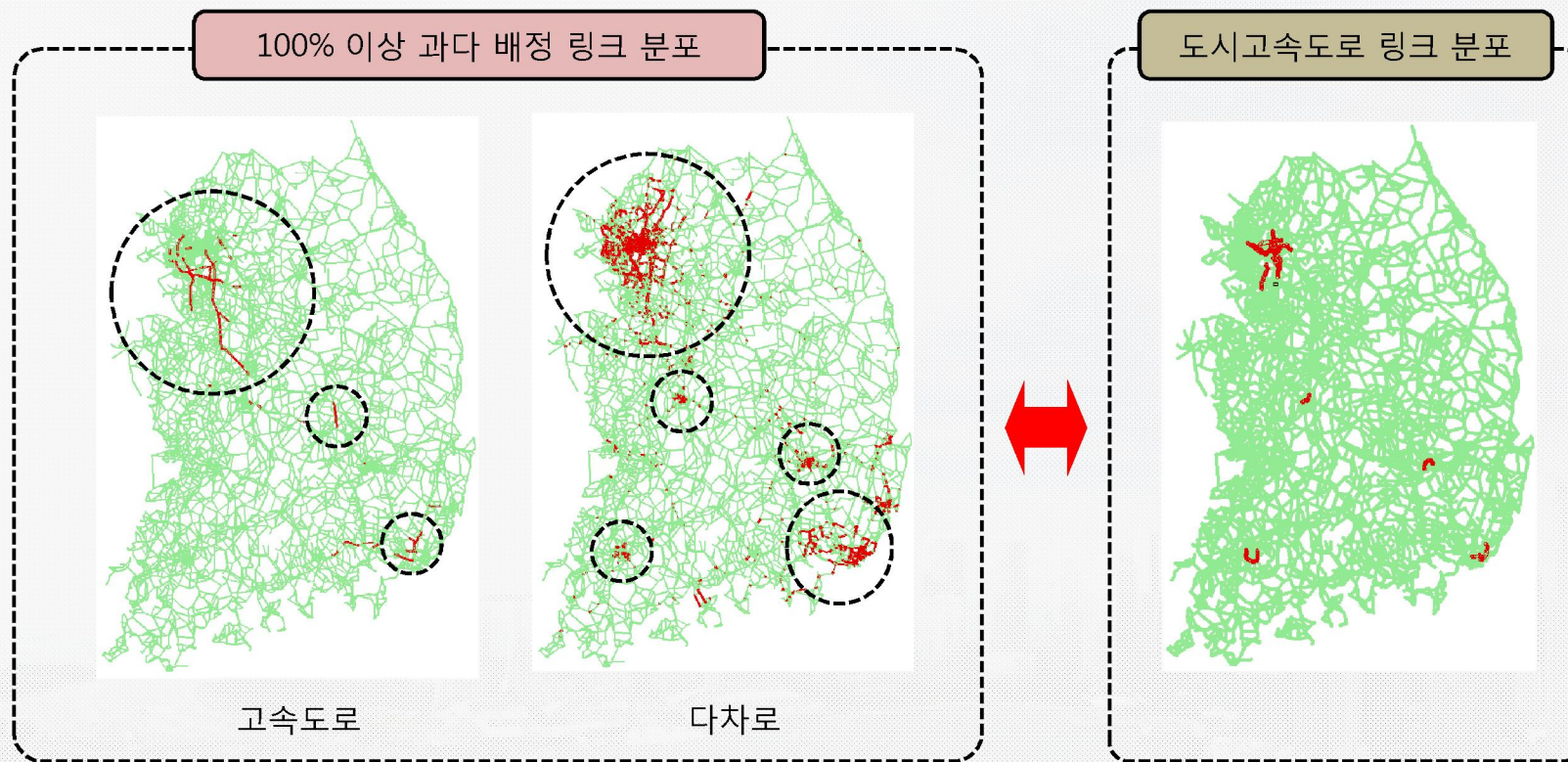
# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.1 교통량 자료의 효율적/합리적 관리체계 미비

조 사 지점의 공간적 등 분포성 검증 필요

- 도시고속도로 관측교통량 부재 문제는 고속도로와 다차로 도로의 과다배정 문제와 명확한 상관성이 있음

도시고속도로 미관측 영향





# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.1 교통량 자료의 효율적/합리적 관리체계 미비

- VDF 정산 및 기종점 교통량 검증을 위해 최적의 교통량 조사 및 수집 지점을 선정해야 함

## 2) VDF 위계간 교통량 조사지점 수 편차 심각

### 조 사 지점이 특정 VDF 위계에 집중됨

- 전체 조사지점들을 VDF의 각 위계별로 구분해보면 특정 도로 위계에 조사지점이 집중되어 있음을 확인할 수 있음
- 지역간 교통망의 경우 전체 6,850개 조사지점은 전체 교통망 링크의 약 10%를 차지하기 때문에 조사비율에 있어서는 부족하지 않지만, VDF 1, 5, 7, 12가 전체 조사지점의 40% 정도를 차지해 조사지점의 편중이 심하게 나타남
- 도시고속도로의 경우 조사지점이 거의 없기 때문에 VDF 계수추정이 불가능하다고 말할 수 있어 현재의 계수값의 신뢰성을 확인할 길이 없음
- 그밖에 다차로 1등급의 2차로 이상 (VDF 6)를 비롯해 다차로 6등급 역시 계수값을 추정하기에는 상대적으로 표본의 숫자가 절대적으로 부족함

VDF	관측치	비율
1	617	9.0%
2	339	2.6%
3	4	0.0%
4	0	0.0%
5	1033	8.1%
6	109	0.9%
7	1583	13.6%
8	582	5.8%
9	599	6.4%
10	342	3.9%
11	548	6.5%
12	666	8.4%
13	103	1.4%
14	273	3.8%
15	18	0.3%
16	34	0.5%
	6850	



# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.1 교통량 자료의 효율적/합리적 관리체계 미비

### V DF 별 관측비율이 위계별 차이가 큼

- 16개 VDF 위계별로 각각 교통망 링크 숫자에 대한 관측 비율을 분석한 결과 위계간에 상당한 편차가 존재함
- 16개 위계 중 6개 위계의 경우 관측비율이 0~2.5% 수준으로 나타나 해당 위계의 특성을 반영한 계수값 추정은 어려움
- 특히 VDF 14 및 16 등급의 경우 교통망 전체 링크에서 차지하는 비율이 50% 이상이지만 관측비율은 극히 미미해 14~16등급에 부과된 교통량은 검증이 불가능한 문제가 발생하고, 이 등급에서의 과소 부과/과다부하 교통량은 다른 위계 계수 정산에 오차를 전파함
- 고속국도 및 VDF 5~7등급 도로의 경우 30~40% 이상의 관측 비율을 나타내는데, 이렇게 많은 관측비율을 갖는 위계의 경우 관측 지점 간의 종속성이 발생할 경우 일관성 부족에 따라 정교한 정산이 어려워지는 문제가 발생할 수 있음
- 관측비율이 높을 때 일관성 미흡에 따른 VDF나 기종점 교통량 정산 정제 문제는 축보다는 망 형태의 교통망에서 더 심각하게 나타날 수 있음

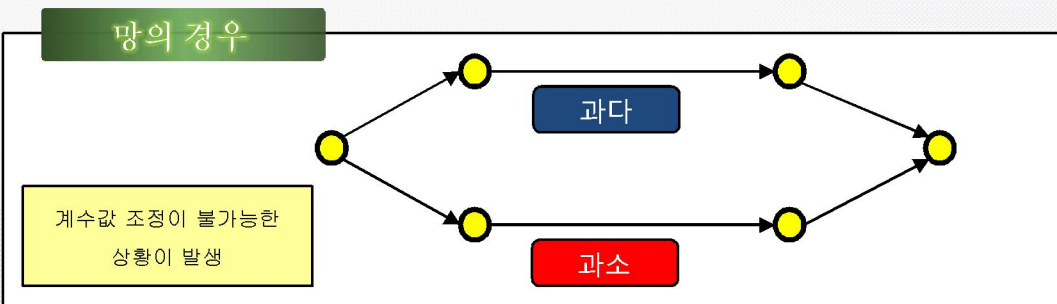
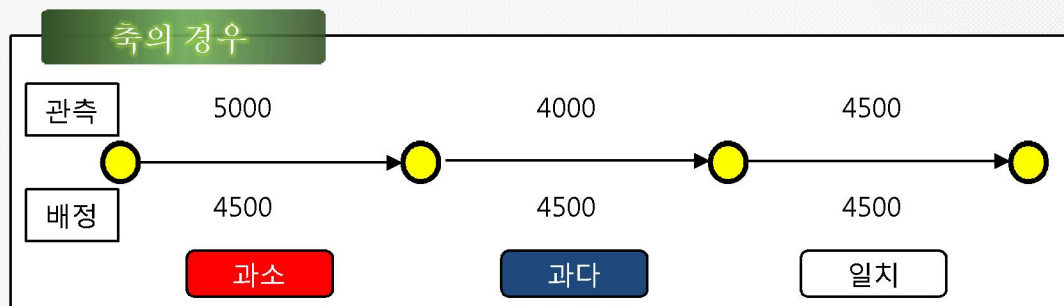
VDF	EMME/3 링크수	링크비율	관측링크	관측비율
1	1387	2.1%	617	44.5%
2	807	1.2%	339	42.0%
3	307	0.5%	4	1.3%
4	463	0.7%	0	0.0%
5	2334	3.5%	1033	44.3%
6	364	0.5%	109	29.9%
7	4850	7.3%	1583	32.6%
8	2368	3.6%	582	24.6%
9	2288	3.5%	599	26.2%
관측율 낮음		2.9%	342	17.8%
11	3801	5.7%	548	14.4%
12	6794	10.3%	666	9.8%
13	5178	7.8%	103	2.0%
14	11001	16.6%	273	2.5%
15	8250	12.5%	18	0.2%
16	14143	21.3%	34	0.2%
	66257	100.0%	6850	10.3%



# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.1 교통량 자료의 효율적/합리적 관리체계 미비

- 축에서 일관성이 부족한 경우 편차값의 평균 수준에서 계수값이나 경로교통량의 추정이 가능하지만, 망의 경우 평행한 도로에서 배정교통량이 과다와 과소 상황이 동시에 발생할 수 있어 계수값 조정이 불가능해지는 경우가 발생할 수 있음
- 현재 VDF 1, 2 는 관측교통량이 높은 재현수준을 보이지만 VDF 5 및 7 등급에서 높은 관측율에도 30% 이내의 교통량 재현수준이 나타나는 것은 망 일관성문제나 다른 위계로부터의 오류 전파 문제가 발생한 것이라 추측 가능함



VDF	EMME/3 링크수	관측비율	30%오차율
1	1387	44.5%	62.1%
2	807	42.0%	69.3%
3	307	1.3%	50.0%
4	463	0.0%	0.0%
5	2334	44.3%	13.6%
6	364	29.9%	25.7%
7	4850	32.6%	16.0%
8	2368	24.6%	32.5%
9	2288	26.2%	18.7%
10	1922	17.8%	33.0%
11	3801	14.4%	20.8%
12	6794	9.8%	33.0%
13	5178	2.0%	11.7%
14	11001	2.5%	28.8%
15	8250	0.2%	11.1%
16	14143	0.2%	29.4%
	66257	10.3%	27.7%



# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

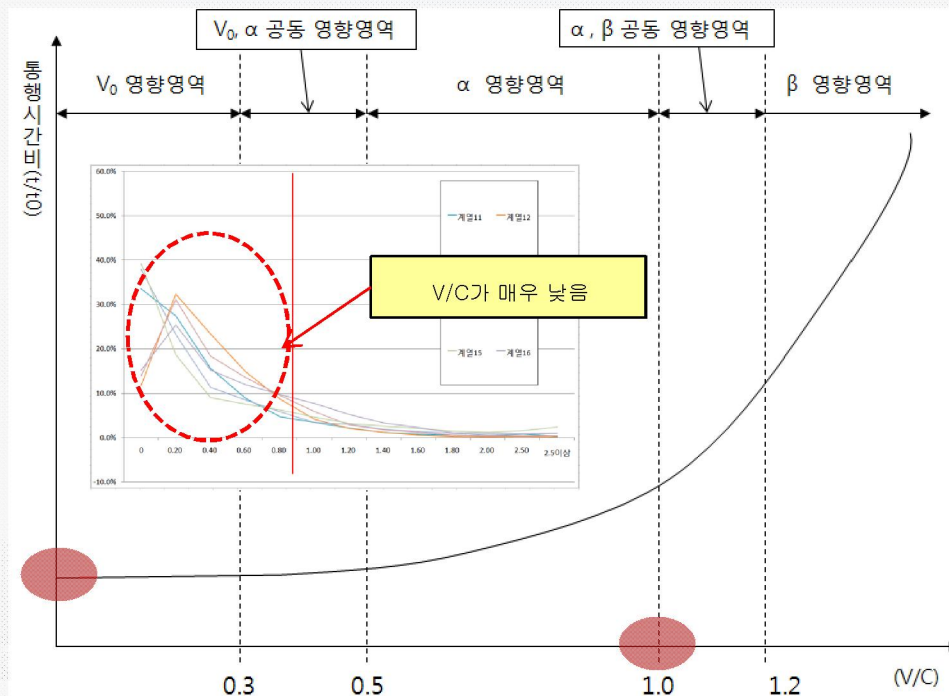
## 1.2 교통량 자료 이외의 정산 보조 자료의 부족

- VDF는 통행 시간 함수이므로 통행 속도나 통행시간 자료를 통한 계수 정산이 바람직함

### 1) 비현실적인 고속도로의 자유 교통류속도 및 용량 문제

#### 자유 교통류속도와 용량의 중요성

- 자유 교통류 속도 (통행시간) 는 VDF 전체 높이를 결정하는 역할을 하며, 잘못 설정될 경우 다른 계수값의 조정으로는 오차를 상쇄할 수 없음
- 특히  $V/C$ 의 값이 낮은 다차로 도로의 경우 자유 교통류 통행시간이 경로 선택에 결정적 요인임
- 용량은 VDF계수  $\alpha$ 와  $\beta$ 가 함수 형태에 영향을 주는 구간을 결정하는 기준점 역할을 함
- 따라서 용량이 잘못 설정되는 경우 근포화 상태에서  $\alpha$ 와  $\beta$ 값 추정에 큰 오차가 생길 수 있는데, 예를 들어 용량이 과소설정되면 실제보다 큰 혼잡이 발생하고 이를 수정하기 위해  $\beta$ 값이 과소 추정되는 문제가 발생함



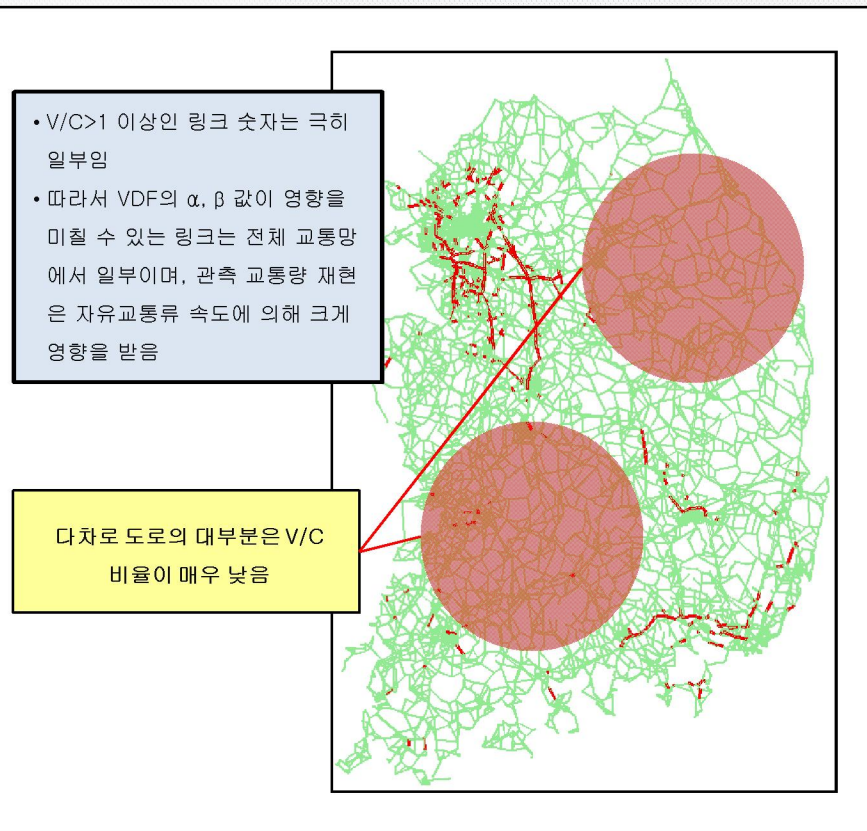


# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.2 교통량 자료 이외의 정산 보조 자료의 부족

### 자유 교통류속도의 비현실성

- 위계별 V/C 분포를 보면 고속도로를 제외한 다차로 도로의 경우 V/C가 1.0 이하인 링크들이 대부분임
- 이는 현재의 교통량 수준으로는 다차로 도로의 경우 경로선택에 결정적 영향을 미치는 VDF 계수는 자유 교통류 통행 속도임을 의미함
- 고속도로의 경우 현재 100 km/hr를 초과하는 자유 교통류 속도가 관측치와 비교하면 지나치게 높으며 다차로 도로의 경우도 신호 영향을 고려할 때 실제 자유교통류 속도는 설계 속도보다 상당히 낮아야 함
- 자유교통류 속도가 높게 설정되면 통행시간이 과소 추정되어 교통량이 과다추정되는 문제가 발생하고, 이를 완화하기 위해  $\alpha$ 와  $\beta$ 값이 과다 추정되는 문제가 발생할 수 있음





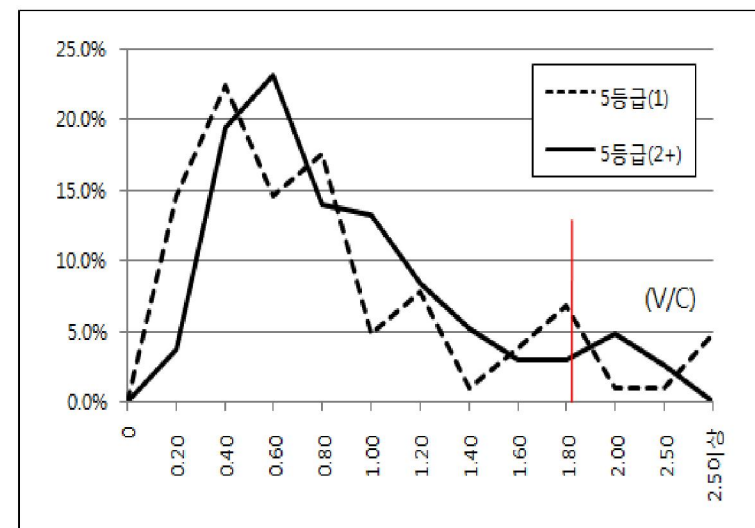
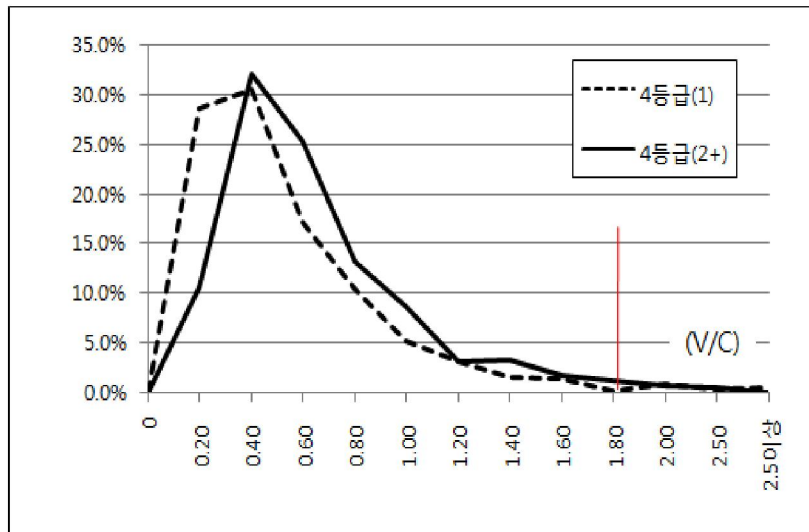
# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.2 교통량 자료 이외의 정산 보조 자료의 부족

### 자유 교통류속도의 비현실성

- 관측교통량을 기준으로 보더라도 다차로 4, 5등급의 경우 대부분이 용량의 절반 수준의 교통량 만이 이용하고 있음
- 따라서 통행배정 결과는 자유교통류 통행속도의 설정에 주로 영향을 받기 때문에 속도의 정확한 정산이 매우 중요함

다차로 도로의 관측교통량 기준 V/C





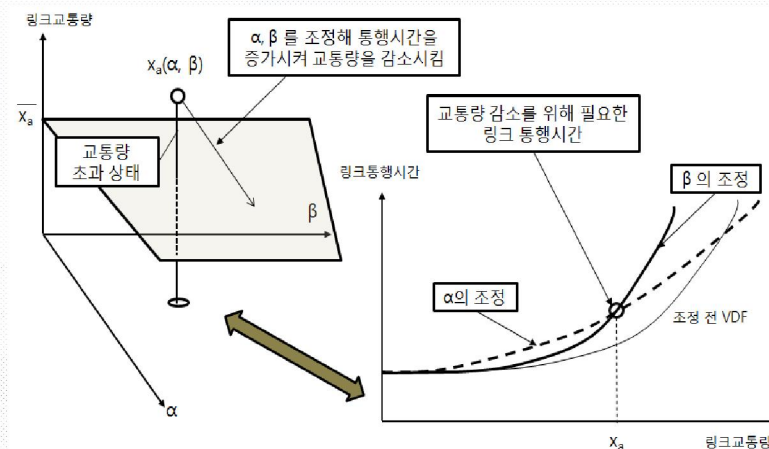
# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.2 교통량 자료 이외의 정산 보조 자료의 부족

### 용량의 과다 설정 문제

- 고속도로의 경우 용량이 2,200 대/시로 설정되는데 실제 관측값을 보면 이 정도까지 도달하지 못하고 1800~1900 대/시 수준에서 용량이 나타나는데, 용량이 과다하게 설정되면 현실과 동일한 수준의 교통량이 통과할 때 통행시간이 과소 추정되고, 이에 따라 이 도로를 통과하는 교통량은 과다 추정됨
- 교통량이 과다 추정되면 정산 과정에서는  $\alpha$ 와  $\beta$ 값을 증가시켜 통행 시간을 늘림으로써 교통량을 감소시키려 하게 되고, 그 결과  $\alpha$ 와  $\beta$  값의 과다추정 문제가 발생하게 됨
- 고속도로의 경우 현행 KTDB의 계수값을 쓸 경우 통행시간이 관측값에 비해 동일한 V/C에서 과소추정된다는 의견이 제시되었으며, 고속도로만 분리해 정산한 결과에서도 용량은 차로당 1700~1800 대/시가 적합한 것으로 분석됨
- 다차로도로의 경우 신호의 영향에 의해 교차로 밀도가 높아질수록 용량은 크게 낮아질 것으로 예상되지만 많은 도로에서 관측교통량 기준 V/C가 매우 낮아 관측 교통량을 통해 용량이나  $\alpha$ ,  $\beta$  값을 정산하는 것은 어렵다고 판단됨
- 따라서 다차로 도로의 경우 Simulation 모형을 통한 용량 정산 기법을 이용하는 것이 타당함

### 용량의 과다 설정과 VDF 정산 오류





# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

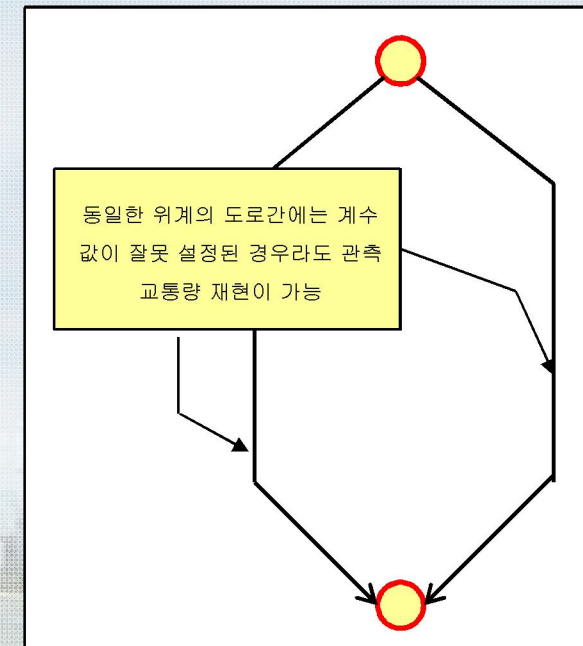
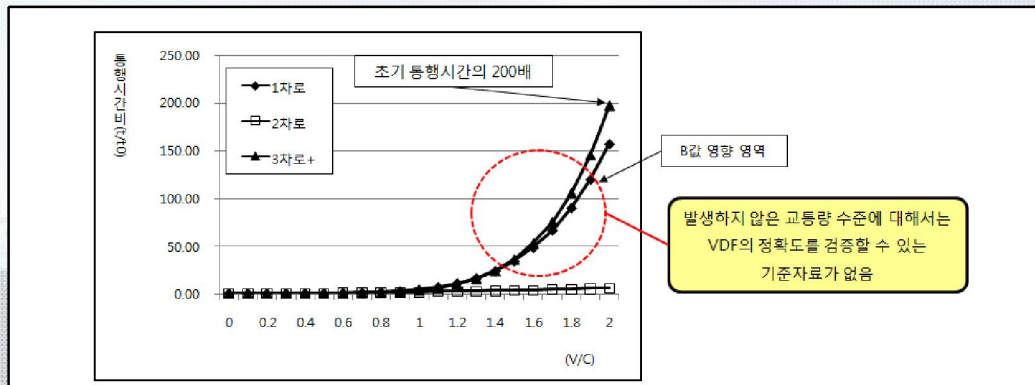
## 1.2 교통량 자료 이외의 정산 보조 자료의 부족

- 통행시간 자료를 통한 VDF 계수 정산이 바람직함

## 2) 통행시간 및 속도 자료를 이용하지 않는 문제

### 교 통량 자료에 의존한 계수 추정

- 통행시간의 과소추정이나 통행속도의 과대추정 문제는 근본적으로는 관측교통량에 의존해 VDF 계수를 정산하는 현 방법론의 구조적인 문제임
- 통행량 재현을 기준으로 VDF의 계수를 추정하는 경우 동일한 위계간에는 계수 값에 오차가 있는 경우에도 배정교통량은 관측값과 큰 오차가 발생하지 않는 상황이 나타날 수 있다.
- 교통량은 V/C 전구간에서 VDF 형태에 대한 정보를 줄 수 없음



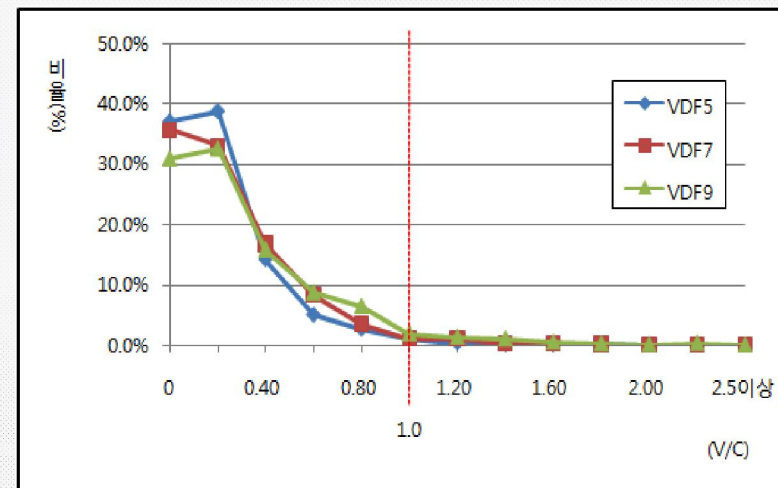
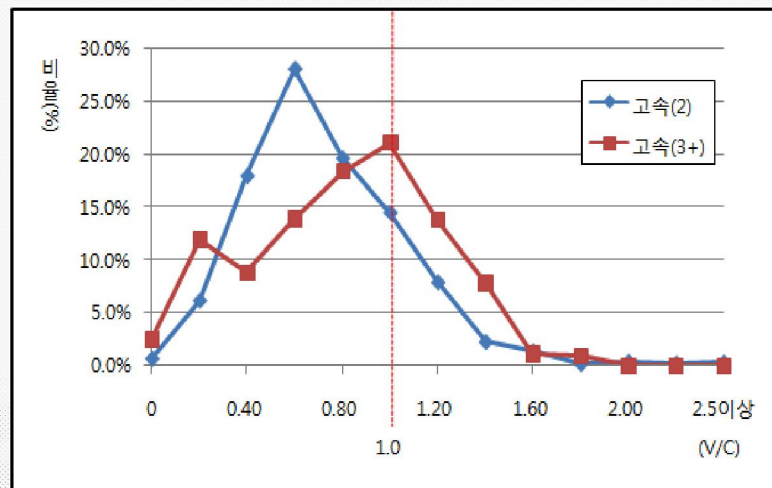


# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.2 교통량 자료 이외의 정산 보조 자료의 부족

### 속도 자료 미이용의 문제점

- 고속도로의 경우  $V/C > 1.0$  이상인 구간이 많이 나타나기 때문에 통행배정 결과가  $\alpha$ ,  $\beta$ 값에 영향을 많이 받을 수 있으나, 다차로 도로의 경우 1.0 이상 지점이 거의 없어 통행배정 결과가 자유교통류 속도에 주로 영향을 받음
- 다차로 도로의  $V/C$ 가 대부분 0.4 이하로 나타나는데, 관측값 기준  $V/C$ 를 확인하더라도 값이 낮게 나타나기 때문에 용량 값이 현실에 비해 과다하게 적용되어 있을 가능성이 있음
- 다차로 도로의 경우 용량의 영향이 미비하므로 교통량 재현 향상을 위해서는 위계별로 정확한 통행속도값이 추정되어야 함





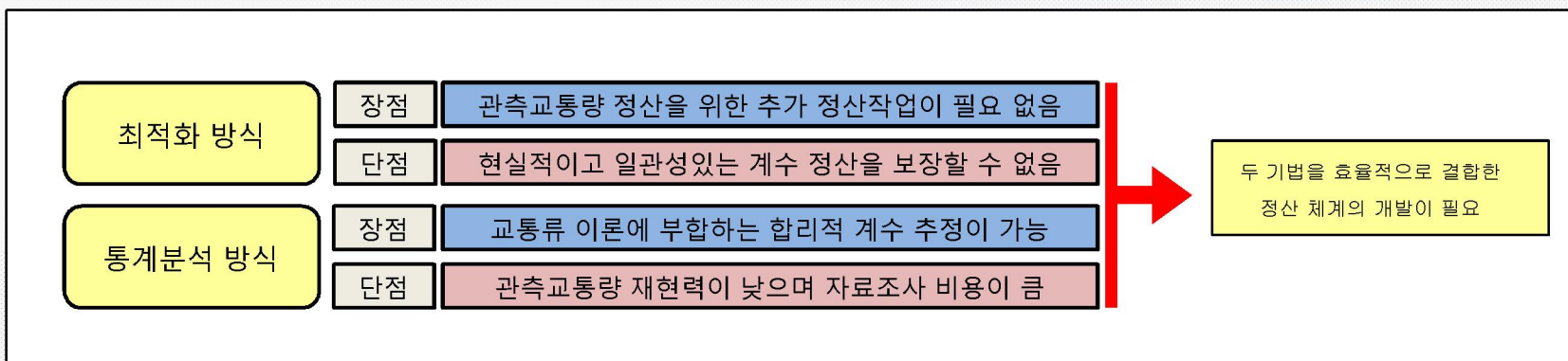
# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.3 지속성 있는 정산기법관리 미흡

- VDF정산과정의 체계화와 투명한 관리가 필요함

### 정산 과정의 체계화

- 과거 VDF 계수 추정 연구가 반복적으로 수행되었으나 기초 연구 성과가 부족하고 정산과정의 체계화가 이루어지지 못함
- 계수 추정 기법으로 이용된 최적화 방식과 통계분석 방식은 각각의 장단점이 명확하여 단일 기법만으로는 정확한 계수 추정이 어렵지만 상호 보완이 가능한 특성을 갖고 있어 두 기법을 효율적으로 결합시키는 정산체계 개발이 요구됨
- 교통량 자료의 경우 통행속도와 같은 VDF의 함수 형태에 직접적인 영향을 주는 정보를 포착하기 어렵기 때문에 V/C-통행 속도 조사자료와 통계적 추정 기법을 통해 계수값의 존재 범위를 합리적으로 설정한 뒤, 이 영역내에서 최적화 기법을 통해 관측 통행량을 재현하는 정산체계가 개발될 수 있음



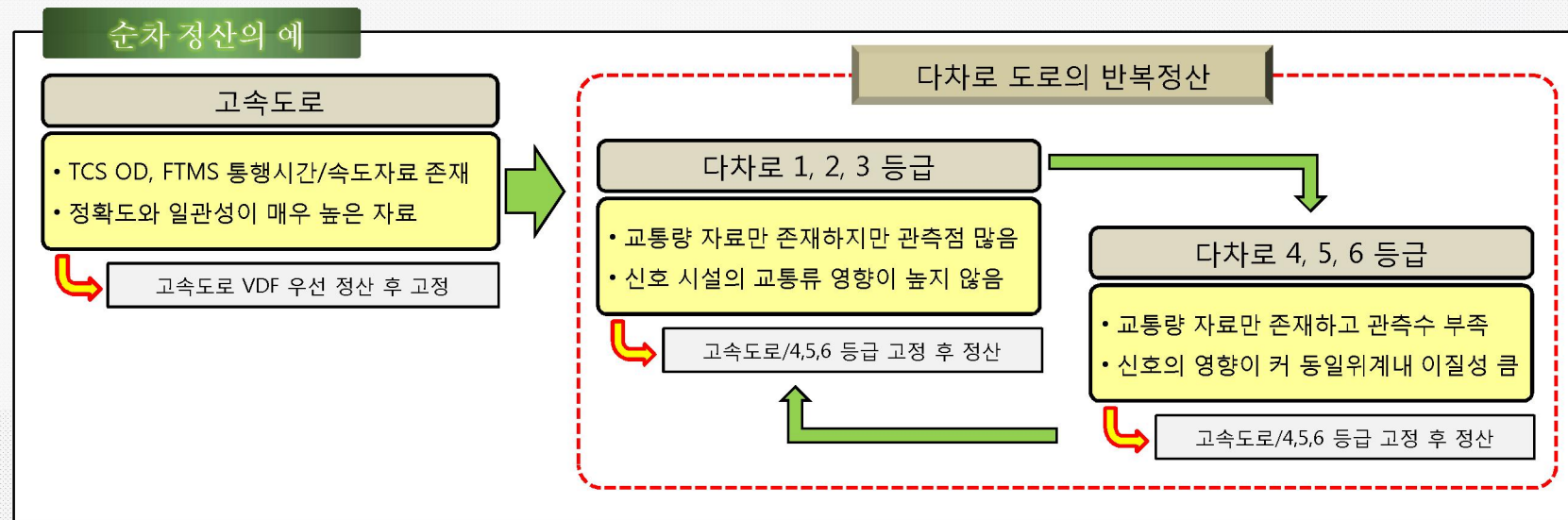


# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.3 지속성 있는 정산기법관리 미흡

### 자료의 정보잠재력 비효율적 이용

- 과거에 비해 다양한 정보들이 VDF정산을 위해 이용 가능한데 이러한 새 자료유형들을 어떻게 V DF 계수 정산에 이용할 것인지에 대한 가이드라인이 필요함
- 자료의 정확도가 상이하고, 도로의 위계에 따라 통행시간과 교통류율의 관계를 BPR식을 통해 설명할 수 있는 수준의 차이가 존재하기 때문에 이를 정산과정에서 고려해야 함
- 현재의 일괄 정산 방식의 경우 조사지점수가 많은 위계의 계수값이 가장 큰 영향력을 갖기 때문에 교통량 조사지점수가 적은 위계의 경우 다른 위계 계수 정산에 의해 영향을 크게 받아 정확한 정산이 어려움





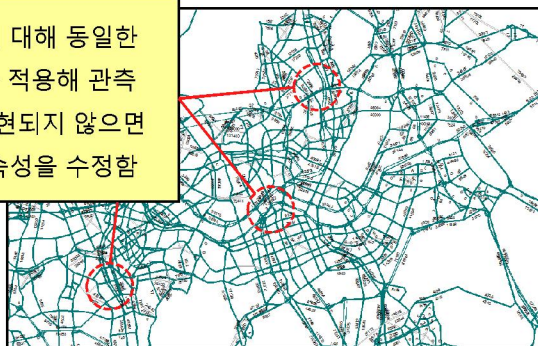
# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.3 지속성 있는 정산기법관리 미흡

### 국 지적 조정을 통한 관측교통량 재현

- 관측교통량 재현만을 목표로 할 경우 통행 속도 등 개별 링크의 속성을 국지적으로 조정할 수 있음
- 국지적 조정작업들은 주어진 목표값이 있는 경우 이 값에 최대한 근접하도록 배정 교통량을 계산 하는데는 도움이 되지만, 장래 예측에서는 예측력 저하의 원인이 될 수 있음
- 지리적 특성과 같이 일부 지역 도로가 타지역 도로에 비해 상이한 특성을 갖고 있다면 국지 조정은 가능하나, 이 경우 객관적 근거에 따라 조정하는 규칙이 필요함

전체 위계에 대해 동일한 VDF 계수를 적용해 관측 교통량이 재현되지 않으면 개별 링크 속성을 수정함



### 정 산 기준의 상세화, 다양화 미흡

- 현재 정산 정확도는 고속도로 70%, 다차로도로 30%가 관측 교통량 상하위 30%내로 재현되고 있음
- 교통량 크기에 따른 가중평균인 RMAE과 재현지점을 동등하게 고려하는 MAE, 시뮬레이션용 지표 GEH를 통해 다각적이고 상세한 정산 평가 기준을 제시해야 함
- 교통량 편차 집계 간격도 보다 상세하게 설정해야 함
- 그밖에 구간 통행시간의 재현 평가지표도 포함되어야 함

- 정산수준 평가를 위한 간격이 편차치 100%에 이름
- 정산 알고리즘의 성능 평가시 미세한 개선은 포착이 불가능함
- 연속형 지표를 통한 정산 평가가 필요함

비율	관측치	백분율	30% 이내
200%이상	366	5.3%	27.9%
200%	382	5.6%	
100%	252	3.7%	
70%	240	3.5%	
50%	351	5.1%	
30%	346	5.1%	
15%	452	6.6%	
-15%	542	7.9%	
-30%	571	8.3%	
-50%	640	9.3%	
-70%	615	9.0%	
-100%	1030	15.0%	
-100%	1063	15.5%	
	6850		

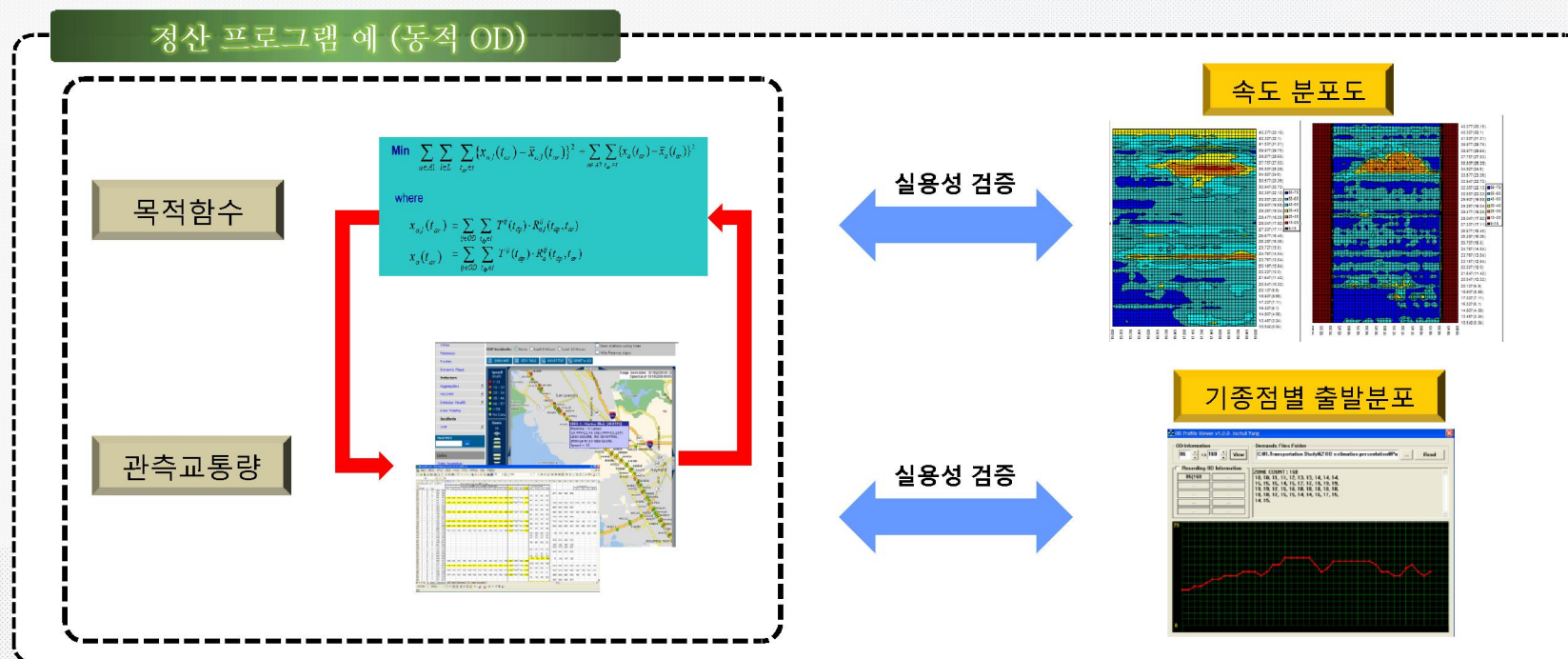


# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.4 정교하고 실용적 정산 능력을 갖춘 기법 개발

### 상 세 분석 및 정산 도구의 부재

- 교통망 정산과정은 계수수정과 통행배정을 반복해야 하므로 이를 효율적으로 수행하고 분석가에 의한 오류 발생 가능성을 줄이기 위해서는 수행과정을 체계화, 자동화하는 것이 바람직함
- 현실적인 정산 결과를 얻기 위해서는 정산에 사용된 Target data뿐만 아니라 기타 보조 자료들까지도 재현할 수 있는지를 판단할 수 있는 기능을 개발해야 함





# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.4 정교하고 실용적 정산 능력을 갖춘 기법 개발

### 자료의 신뢰성 편차를 고려한 정산

- 자료 수집과정상의 특징에 따라 교통량 자료는 신뢰성에 큰 편차가 존재하는데 이를 정산에서 고려해야 함
- 자료의 독립성, 일관성을 고려하고 자료의 양적 크기도 고려되어야 하며, 고속도로와 같이 존 내 통행량이 포함되지 않는 교통량과 6등급 도로 관측교통량과 같이 존 내부 통행량 비율이 높은 교통량은 중요도의 구분이 필요함

#### 관측 교통량의 신뢰도와 계수추정과정 예

##### 고속도로/도시고속도로

##### 교통측 자료

- 자료 중복 있으나 정확도 높음
- 속도 자료를 통한 검증 가능
- 기종점 자료의 정확도 높음

##### 다차로 도로

##### 교통망 자료

- 자료 중복 있고 완비성 낮음
- 정확도 검증 필요하고 속도자료 없음
- 기종점 자료의 정확도 검증 필요

Min

$$RMAE_a^x = \frac{|x_a - \bar{x}_a|}{\bar{x}_a}$$

**정확도 차이를 고려한 자료의 전략적 이용 필요**

1

기종점 자료의 신뢰도, 통행속도 자료의 유무, 자료의 선형 종속성 및 완비성 등에 큰 차이가 있으므로 독립적인 정산체계가 필요함

2

관측교통량과 OD 교통량은 추정 계수의 신뢰성을 결정하는 핵심 자료이므로 추정과정 전에 일관성 확인과 같은 신뢰도 검증이 필요함

3

관측교통량 내에서도 고속도로의 경우 존 내부 통행량이 없으나 다차로 하위 도로에는 포함비율이 높으므로 이를 고려한 정산 필요

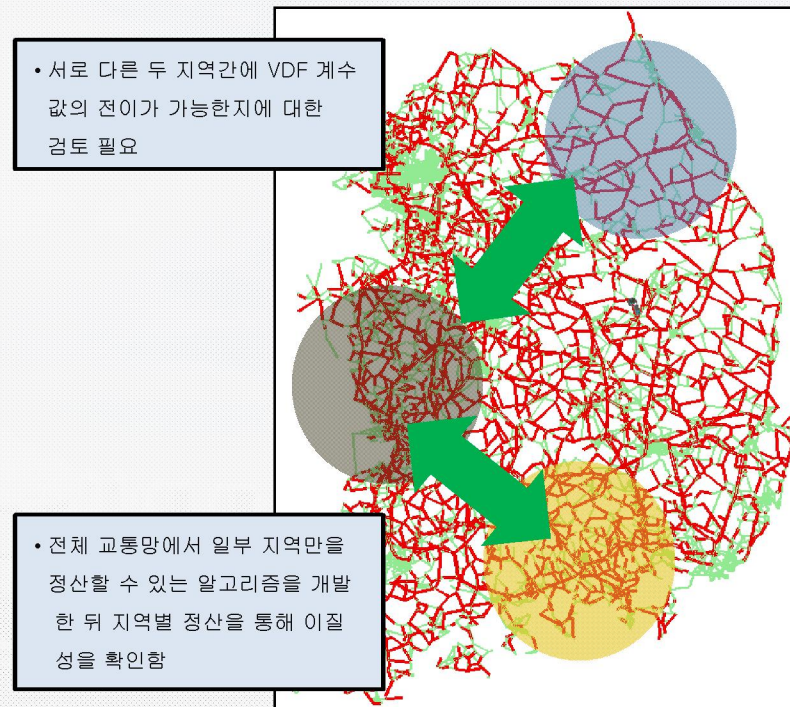


# 1. VDF 계수 정산체계의 문제점

## 1.4 정교하고 실용적 정산 능력을 갖춘 기법 개발

### 추 정 계수 값의 전이성 문제

- VDF는 교통류율과 통행시간의 관계를 나타내는 함수로서 공간적인 전이나 기종점 교통량에 대한 영향을 받지 않아야 하는 것이 원칙이지만 현재의 VDF 계수값은 통행배정 환경에 종속성이 큼
- 근본적인 원인은 통행시간이나 속도가 정산 과정에 반영되지 않아 VDF 계수가 교통량 증가에 따른 통행시간 증가의 민감도를 포착하는 것이 아니라, 주어진 특정 기종점 통행수요의 공간적 분포를 가장 잘 재현하는 계수값으로 결정되기 때문임
- 해결 방안은 각 위계별로 통행시간 및 속도 자료를 통해 계수값이 통행시간-교통류율의 민감도 특성을 반영하도록 해야 함
- 근본적으로는 자동 정산 기법이 완성되면, 교통망에서 국지적인 정산 모듈을 추가해 지역별 분석을 시행한 뒤 실제로 지역간 동일 위계에서 VDF의 계수값에 차이가 존재하는지를 확인해야 함



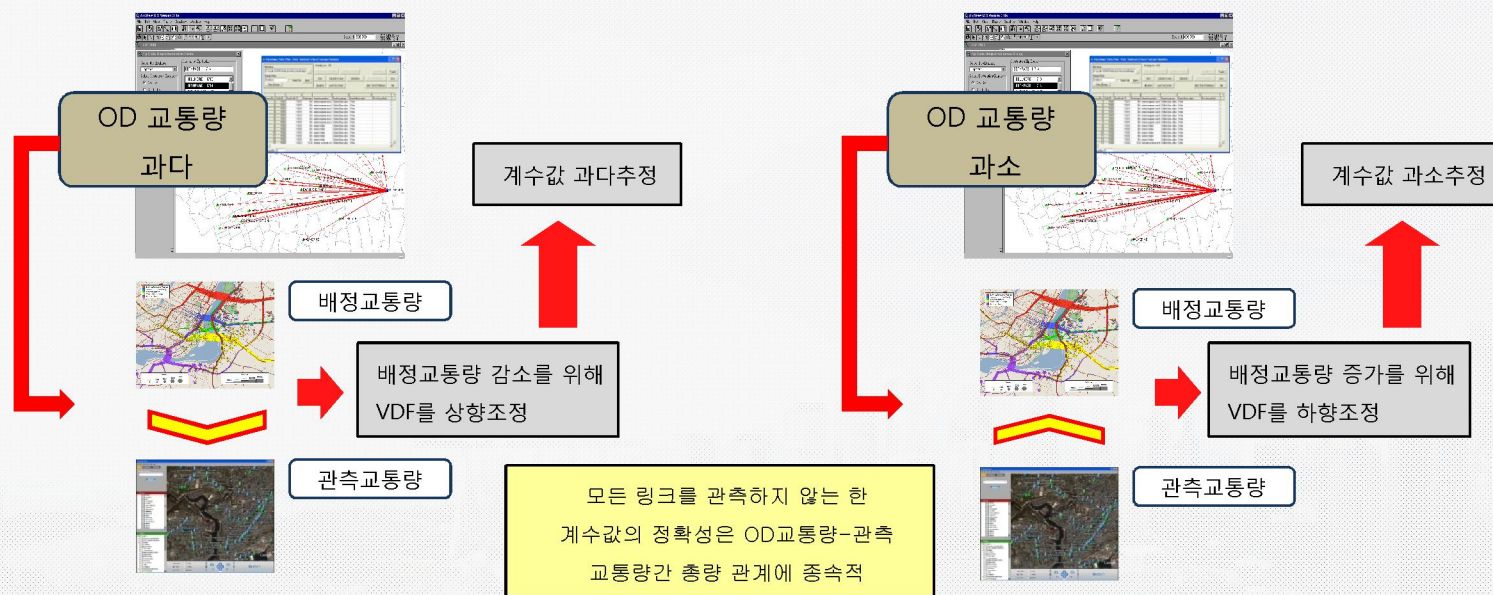


## 2. KTDB OD의 검증 문제

### 2.1 기종점 교통량의 랑적 검증

- 기종점 교통량과 링크 관측 교통량은 상호 일관성이 확보되어야 계수 정산과정이 효율적이고 정확하게 진행될 수 있음
- 교통량 관측지점간의 일관성 검증이 내적 일관성을 확보하기 위한 것이라면, 기종점 교통량과의 일관성 확보는 통행배정의 입출력 자료간 랑적 일관성을 확보하는 과정임
- 기종점 교통량 총량과 링크통행량 총량의 상대적 크기에 따라 계수 값이 과대 추정되거나 과소 추정될 수 있음

#### OD 교통량-관측교통량 일관성과 계수 추정



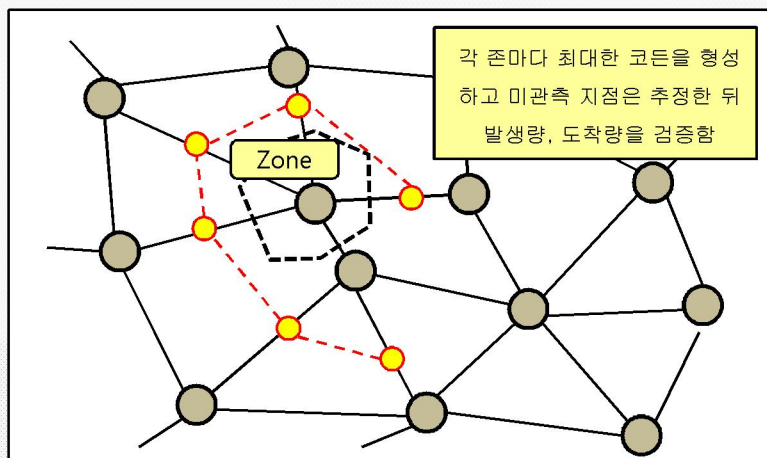


## 2. KTDB OD의 검증 문제

### 2.2 기종점 교통량의 공간분포 검증문제

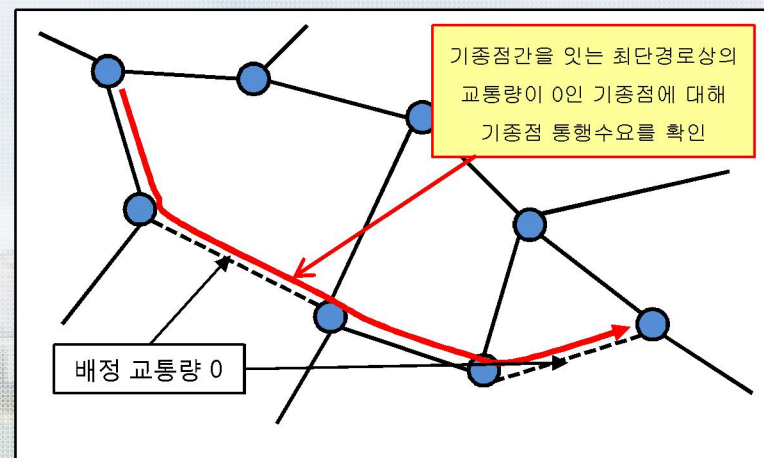
#### 존 크기와 교통망의 불일치

- 교통망 전체적으로 관측교통량을 기준으로 스크린 라인과 코든 라인을 설정하고 현재의 존 체계와 교통망 링크 밀도가 적절한지에 대한 검토가 필요함
- KTDB의 OD 교통량은 대표성을 갖는 개념이지만, 관측 교통량은 특정일 기준 교통량이므로 근본적으로 불일치
- 특히 다차로 도로와 같이 통행량의 일별 변동이 크고 존내 통행량이 포함되는 도로들은 KTDB 기종점 교통량과 일관성을 확보하기 위해 관측 교통량의 보정이 필요함



#### 수 요 과소 기종점과 차량 미배정 링크

- 공간적으로 차량이 배정되지 않는 링크들이 다차로 도로에서 다수 나타남 (5, 7, 11, 15 등급 20% 이상)
- 다차로 도로에서 과소배정 문제가 심각한 것은 현재의 OD 표가 중·단거리 통행수요 자체가 낮거나 관측교통량에서 존 내부통행량이 많은 것은 아닌지 검증이 필요함
- 미배정 링크들을 주 최단경로로 갖는 기종점들에 대해 기종점 교통량과 관측 통행량을 비교해 기종점 통행량의 과소추정 여부를 검증하는 방법론 필요





## 2. KTDB OD의 검증 문제

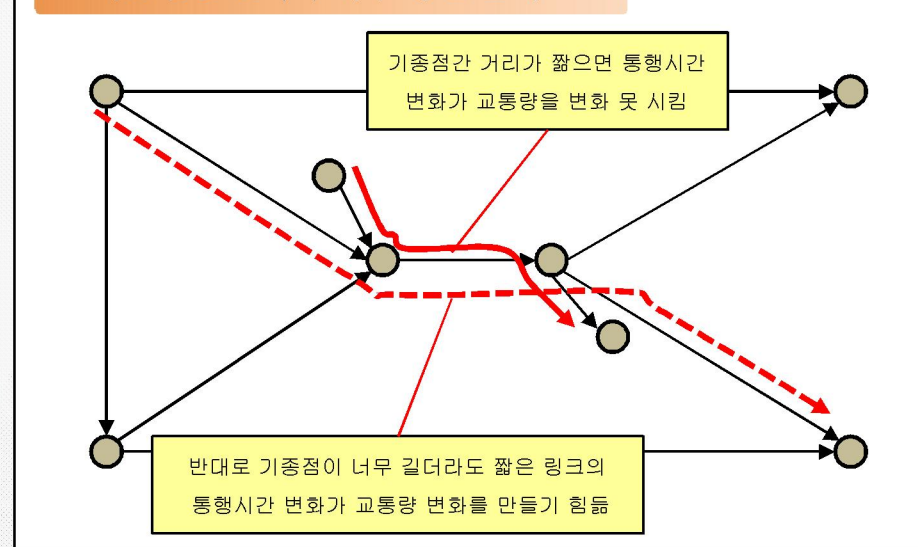
### 2.2 기종점 교통량의 공간분포 검증문제

#### 기 종점간 거리와 경로교통량의 VDF 계수 민감도

##### 기종점 간 경로교통량이 링크 통행시간에 민감하지 않으면 교통량 기반 VDF 정산이 불가능

- 현재 다차로 도로 중 특히 등급이 낮은 도로일수록 관측교통량은 존재하지만 통행량이 배정되지 않는 관측지점들이 다수 존재하는데, 이 지점들의 경우 통과 기종점 교통량 자체가 지나치게 낮거나 값이 존재하지 않는 경우가 있을 수 있음
- 이때 기종점간 거리가 짧고 경로의 숫자가 많지 않은 경우 계수 조정을 통해 통행시간이 변화하더라도 교통량의 변화는 나타나지 않을 수 있는데, 이러한 지점 비율이 많은 위계의 경우 교통량을 통한 정산이 힘들 수 있음
- 반대로 전체적인 기종점간 거리의 길이가 길고, 조정 대상인 위계의 링크가 단거리만 포함된 경우에는 계수조정에 의해 해당 링크의 통행시간이 조정되더라도 교통량 변화는 나타나지 않을 수 있음
- 따라서, 교통량 재현을 통해 VDF의 정수를 계산할 경우 존의 체계와 교통망의 물리적 범위가 정산 정확도에 큰 영향을 미칠 수 있음
- 또, 혼잡이 크게 존재하지 않는 교통망의 경우 통행시간이 주로 설계통행시간에 의해서만 결정되기 때문에 교통량을 통한 계수값 정산이 어려움

#### 기종점간 길이와 계수 정산 문제





## 2. KTDB OD의 검증 문제

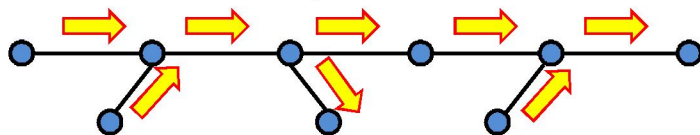
### 2.3 타 교통망 OD의 정산 활용

#### 고 속도로 교통망의 특징

- KTDB OD 오차의 정산 영향을 최소화 할 수 있는 방법은 상대적으로 정확한 고속도로 TCS OD를 이용하는 것임
- 고속도로 TCS OD의 경우 90% 이상의 차량들이 포착되는 자료로서 축 교통망의 형태기 때문에 경로선택의 영향이 배제되어 계수 추정에 매우 적합한 환경임
- 단, 이론적으로 단일축에서는 계수 값에 관계없이 경로 선택이 이루어지므로, VDF 정산을 위해서는 통행속도나 통행시간 자료가 필요함

#### 축 교통망의 특징

- 단일 축에서 통행이 시작되고 종료되는 경우에는 VDF계수는 통행량에 영향을 미치지 못함
- 교통량 일관성이 만족되면 계수 민감도가 사라짐

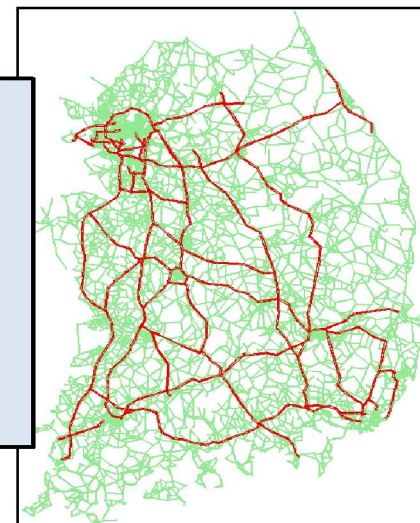


#### 고 속도로 교통망의 전략적 이용

- 고속도로 교통망은 OD 정확성이 높고 통행시간 및 속도 자료가 이용 가능함
- 따라서 고속도로의 VDF는 다차로 도로와는 분리해 독립적으로 정산한 뒤 계수값을 고정시키고, 나머지 도로들에 대해 VDF 계수를 교통량 중심으로 정산하는 것이 효과적임

#### 고속도로 우선정산

- 고속도로 교통망의 경우 경로선택 문제가 심각하지 않으므로 정산 난이도가 상대적으로 낮음
- 일부 경쟁 도로간에도 각 도로만을 이용하는 교통량 비율이 높아 관측교통량의 일관성만 보장되면 계수 정산은 용이함





## II. KTDB 기초자료 및

## 통합 정산시스템 구축방안



# 1. 검증 알고리즘 구축방안

## 1.1 검증 시스템 구축 목표

### 현 황 자료의 상세분석

- KTDB 교통망 정산을 위한 자료는 다양한 위계에 속하는 간선도로의 관측교통량을 포함하고 있어 교통망의 자료 일관성이나 자료의 질을 평가하기가 매우 복잡함
- 최근 타 기관에서 통행관련 기초자료 분석 기법이나 소프트웨어가 개발되고 있는데, 이러한 선행 연구와 같이 KTDB의 관측 교통량과 기종점표 및 링크 교통량, 경로 교통량 등을 그래픽 인터페이스를 통해 확인하고 분석할 수 있는 프로그램의 개발이 필요함



### 자료 간의 일관성 검증

- 상세 분석에서 필요한 기초 분석 중 하나는 현재 사용되고 있는 관측교통량이 관측지점간, 기종점 교통량과 일관성이 있는가 하는 점임
- 다차로 도로의 정산 결과를 보면 과다추정과 과소추정 지점이 동시에 나타나 상세한 과대, 과소 지점에 대한 분석 없이는 교통량 편차 감소가 어려운 상황임
- 이러한 교통망에서의 관측 지점간 관계를 분석하기 위해 경로 교통량의 추정이 가능한 통행배정 모형을 이용해 과소지점 및 과다지점 통과 경로에 대한 분석 등이 필요함

1,2,3등급 - VDF 5			1,2,3등급 - VDF 6			1,2,3등급 - VDF 7		
관측지	백분율	30% 이내	관측지	백분율	30% 이내	관측지	백분율	30% 이내
146	14.1%	14.9%	3	2.8%	26.9%	117	7.4%	16.6%
86	7.7%		3	2.8%		116	7.3%	
33	3.2%		6	5.6%		45	2.8%	
38	3.7%		6	5.6%		69	4.4%	
48	4.6%		5	4.6%		47	3.0%	
38	3.7%		5	4.6%		45	2.8%	
38	3.7%		4	3.7%		80	5.1%	
36	3.5%		9	8.3%		90	5.7%	
42	4.1%		11	10.2%		118	7.5%	
50	4.8%		17	15.7%		114	7.2%	
58	5.6%	26.7%	16	14.8%	10.8%	289	18.3%	24.5%
156	15.1%		17	15.7%		387	24.5%	
276	26.7%		6	5.6%				
1089			108			1582		



# 1. 검증 알고리즘 구축방안

## 1.1 검증 시스템 구축 목표

### 기 초 자료의 질 평가 및 개선안 제시

- 앞서 밝힌 바와 같이 현재 사용되고 있는 교통량 자료도 고속도로 및 각 다차로도로 위계간에 상당한 자료의 질 차이가 존재하는 것으로 판단됨
- 특히 도시고속도로와 같이 관측 교통량이 거의 없는 링크들이 존재하기 때문에 이에 대한 보완 방안이 필요하며, 기타 정산효율을 극대화할 수 있는 관측지점을 선정해야 함
- 또, 관측교통량의 경우 존재계 및 기준점 교통량과의 일관성 향상을 위해 존내부 통행량을 추정해 이 값만큼 관측값을 감소 조정하는 기법이 필요함

### 분 석 임의성 최소화 정산 기법 개발

- 다차로 도로 정산 결과에서 보듯 과대과소 추정이 발생하는 경우 국지적으로 교통망 보정을 통해 편차감소가 가능함
- 하지만 국지 보정의 경우 VDF 계수의 전이성을 훼손하기 때문에 임의 정산을 하지 않고 정확도를 향상시키는 방안이 필요함

관측지점

VDF	EMME/3 링크수	관측링크	관측링크 비율
1	1387	617	44.5%
2	807	339	42.0%
3	307	4	1.3%
4	463	0	0.0%
5	2334	1033	44.3%
6	364	109	29.9%
7	4850	1583	32.6%
8	2368	582	24.6%
9	2288	599	26.2%
10	1922	342	17.8%
11	3801	548	14.4%
12	6794	666	9.8%
13	5178	103	2.0%
14	11001	273	2.5%
15	8250	18	0.2%
16	14143	34	0.2%
	66257	6850	10.3%



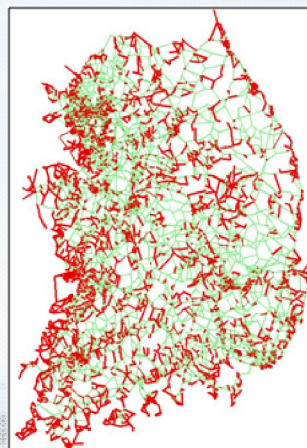
# 1. 검증 알고리즘 구축방안

## 1.2 현황자료 분석 기법의 개발

### 링 크 관측교통량 검증 기법

- 앞서 밝힌 다양한 링크 관측 교통량 검증기법 개발을 위해서는 축 분석과 망 분석 기술의 개발이 필요함
- 축 분석의 경우 기종점 별 경로에 기반한 분석과 관계 없이 동일한 축의 상하위 링크와 유입 유출 교통량간의 편차를 이용해 연속된 지점간 교통량 보전 법칙에 의한 일관성 분석이 가능함
- 망 분석의 경우 과소 배정지점이나 과다 배정지점의 분포를 이용해 공통된 경로상에 존재하거나 동일한 위계에서 유독 문제가 많이 발생하는 등의 경향성을 분석할 수 있는 기법 및 알고리즘 개발이 필요함

### 과소 배정지점의 분포 분석

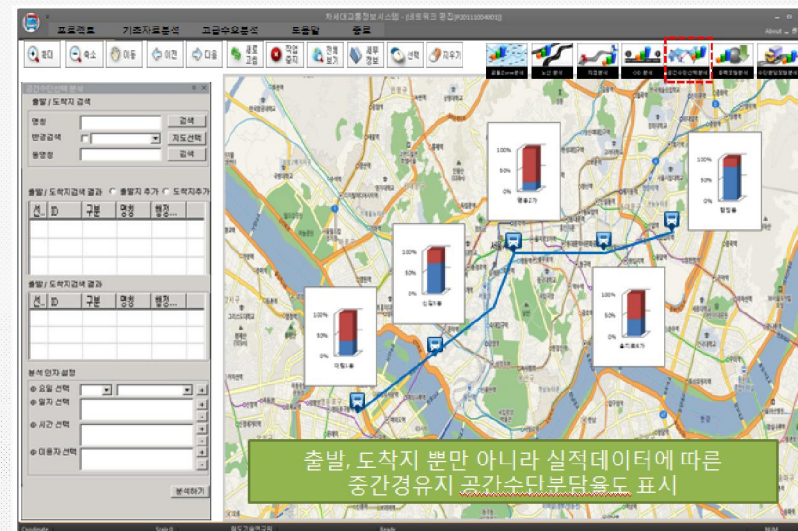


배정교통량이 0인 지점



관측 교통량은 있지만 배정교통량이 0인 지점

### 경로분석의 예



출발, 도착지 뿐만 아니라 실적데이터에 따른  
중간경유지 공간수단분담율도 표시



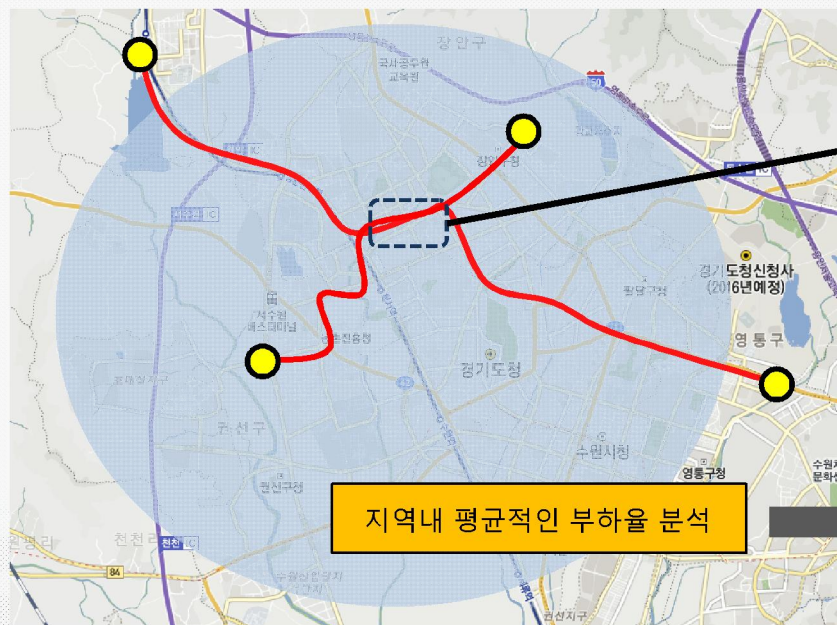
# 1. 검증 알고리즘 구축방안

## 1.2 현황자료 분석 기법의 개발

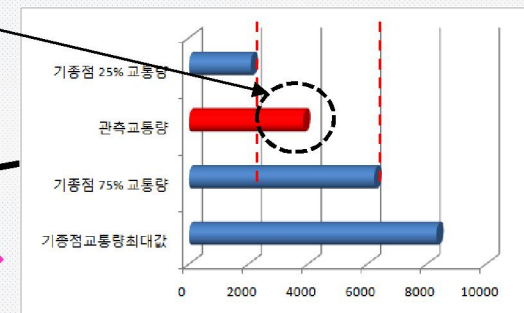
### 링 크 관측교통량 검증 기법

- 보다 상세한 해법으로는 최단경로 탐색이나 k-path 탐색기법과 기준점 교통량 크기를 고려해 특정 링크에 부하될 수 있는 교통량의 상하한을 확인한 뒤 이를 관측교통량과 비교하는 방법을 이용할 수 있음

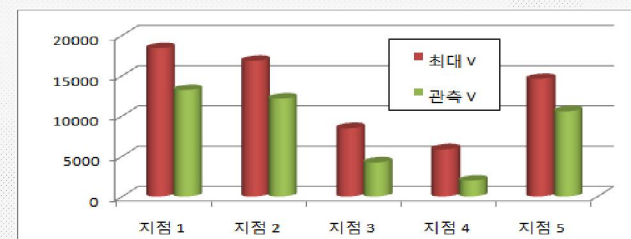
망에서의 관측교통량 검증



관측교통량 검증



- 주변지역 분석을 통해 최대교통량-관측교통량 비율 확인
- 합리적인 상하한 값 도출





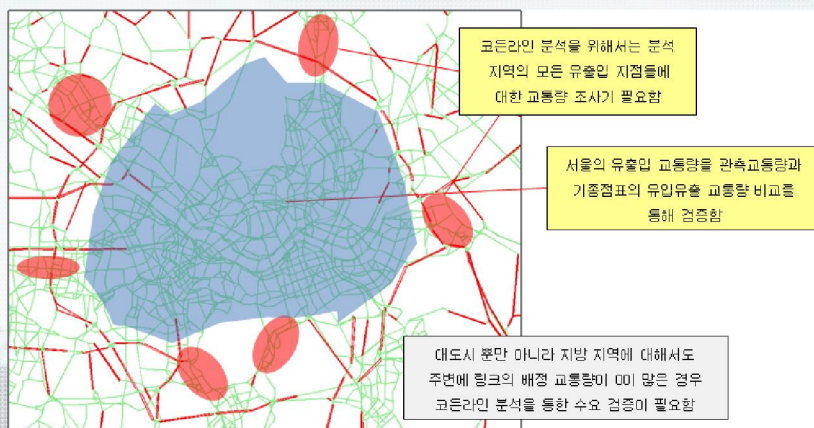
# 1. 검증 알고리즘 구축방안

## 1.2 현황자료 분석 기법의 개발

### 기 중점 교통량 검증 기법

- 현재 다차로 도로 중 특히 등급이 낮은 도로일수록 관측교통량은 존재하지만 통행량이 배정되지 않는 관측지점들이 다수 존재하는데, 이 지점들의 경우 통과 기준점 교통량 자체가 지나치게 낮거나 교통량이 존재하지 않는 경우가 있을 수 있음
- 이 경우 국지적으로 코든라인 분석을 실시하거나 미배정지점과 통과 경로를 통해 의심 기준점을 확인 할 수 있으며, 근본적으로는 국지적 OD 추정을 통해 기준점 교통량이나 관측교통량을 보정함

#### 코든라인 분석을 통한 검증



#### 미배정 지점과 경로 분석





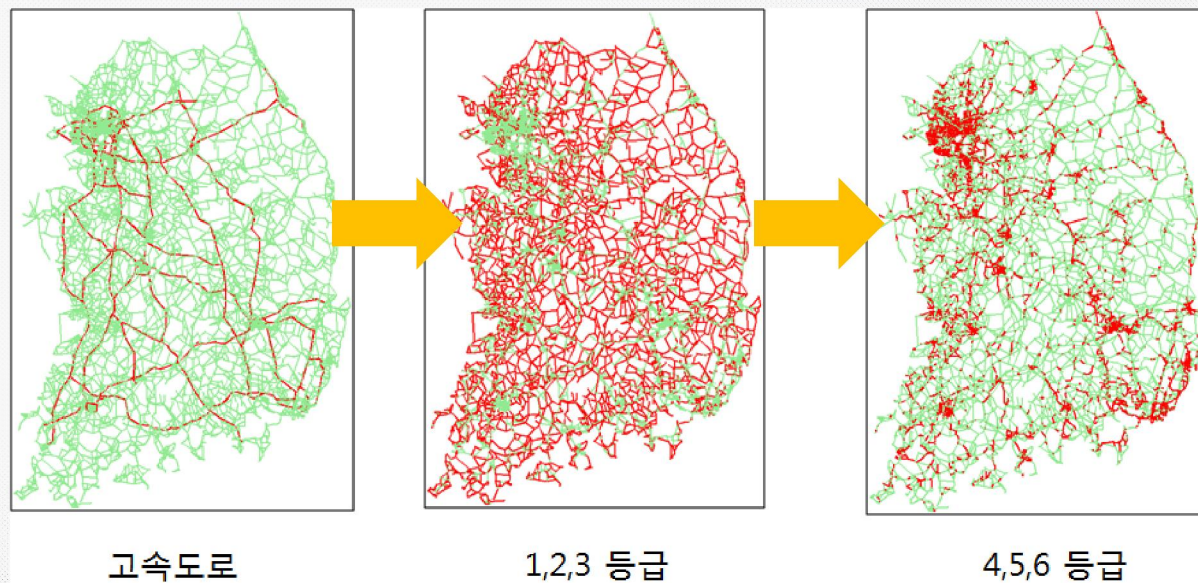
## 2. 정산 알고리즘 구축방안

### 2.1 위계별 정산 기법의 개발

#### 순차 정산 기법의 개발

- 관측자료간 정확도의 차이가 크고 축 통행배정과 망 통행배정의 기대 정확도는 근본적으로 다르기 때문에 정산 효율을 극대화하기 위해서는 고속도로 정산과 다차로도 정산을 분리해 시행해야 함
- 다차로 1, 2, 3과 4, 5, 6 등급 역시 지역간 교통망에서는 관측교통량 내 존 내부 통행량 비율에 큰 차이가 있을 수 있으므로 구분이 필요함

#### 순차 정산 과정의 예





## 2. 정산 알고리즘 구축방안

### 2.1 위계별 정산 기법의 개발

#### 위 계별 대각화 정산 기법

- VDF 13~16까지의 도로들은 관측 지점의 숫자가 상대적으로 작기 때문에 관측 지점이 많은 5, 7등급에 비해 정산 목적함수에 미치는 영향이 작아 다른 도로를 포함할 경우 정확한 자기위계 계수 정산이 어려움
- 이러한 문제 해결을 위해 이상적인 것은 각 위계별로 유사한 수준의 관측지점수를 확보하는 것이지만, 현재의 조사 예산 여건상 이러한 기초자료의 질적 향상을 단기간에 기대하기는 어려움
- 따라서 수학적 알고리즘을 통해 조사지점수간 편차를 해결할 방법을 개발해야 하는데 이중 하나의 대안이 대각화 정산 기법임
- 이 기법의 기본 개념은 예를 들어 VDF 13의 계수를 정산할 때는 VDF 13에 해당하는 관측지점만을 포함시키는 것임
- 하지만 상대적으로 다른 위계에 영향력이 큰 고속도로나 다차로 상위등급의 경우 자기 위계만 고려해 계수를 추정하면, 추정후 다른 도로의 교통량 편차가 더 증가할 수 있음
- 따라서 관측 지점의 숫자가 작은 도로위계에 대해 상관성이 높을 것이라 판단되는 도로 위계만을 함께 고려해 정산하는 알고리즘을 개발해야 함

#### 대각화 정산 프로그램 예

VDF 위계																
정산 시 제외할 위계 표시																
c	A set of parameters for PMAE adjusting															
c	- 도로 위계에 따른 PMAE 계산 여부 적용															
c	[도로 위계 A] [list of 도로 위계 A의 PMAE를 계산할 때 제외되어야 할 도로 위계]															
c																
a	1	3	4	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
a	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
a	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
a	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
a	5	9	10	11	12	13	14	15	16							
a	6	9	10	11	12	13	14	15	16							
a	7	3	4	5	6	11	12	13	14	15	16					
a	8	3	4	5	6	11	12	13	14	15	16					
a	9	3	4	5	6	11	12	13	14	15	16					
a	10	1	2	3	4	5	6	11	12	13	14	15	16			
a	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
a	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
a	13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
a	14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
a	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
a	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					



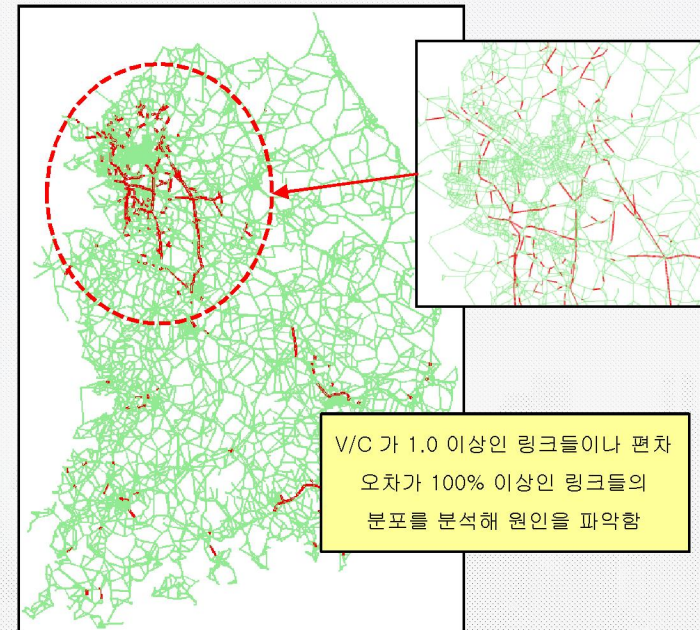
## 2. 정산 알고리즘 구축방안

### 2.2 정산 목적함수의 개선

#### 위 계별 가중치 설정 알고리즘

- 현재 정산 기준은 상·하위 30% 오차 이내를 사용할 경우 극단적인 과다추정이나 과소추정과 수용 가능한 수준이나 30% 이상의 편차를 구분해 정산 수준을 판단할 수 없는 문제가 발생함
- 특히 100% 이상의 편차 값들의 경우 다른 관측지점 배정교통량에 미치는 영향이 매우 클 수 있기 때문에 우선적으로 편차가 큰 지점을 통과하는 도로 위계의 계수를 정산해야 함
- 이러한 기능을 위해 정산 목적함수 RMAE나 MAE 계산시 만약 편차 값이 매우 크다면 목적함수 값에 큰 가중치를 곱해 편차가 큰 지점을 우선 교정할 수 있음
- 현재 이러한 기능을 추가해 프로그램을 개선한 결과 편차치가 큰 지점들이 감소하는 성능을 확인함
- 다만 교통량 과다배정 지점을 교정하는 경우 오차가 작았던 과소배정 지점의 배정교통량이 더 커지는 역효과가 발생하기 때문에 이를 최소화시킬 수 있는 추가기능의 개발이 필요함

과다배정 예상 지점들





## 2. 정산 알고리즘 구축방안

### 2.2 정산 목적함수의 개선

#### **R** MAE, MAE, GEH등 목적함수 설정

- 현재의 30% 이내 추정 비율 만으로는 어떤 기법의 정산 능력이 우수한지를 정확히 판단하기 어려우며, VDF 정산에 어떤 계측자가 적합한지에 대한 연구도 부족함
- 아래 그림에서 두 정산알고리즘의 비교 결과를 보면 알고리즘 개선 후 전체 변화지점 102곳 중에서 평균적으로 27%의 교통량 재현 개선이 발생하였으며, 전체 1033개 지점에 대한 MAE값도 2.7%의 개선이 있었으나 30% 편차 비율에서는 큰 차이가 없는 것으로 나타나고 있음
- 정산 과정에서 관측교통량과 배정교통량의 편차가 큰 경우 다른 관측지점에 미치는 영향 역시 매우 크기 때문에 과다 오차 지점에 대한 관리와 개선이 필요함
- 특히 고속도로와 다차로 VDF 5, 7과 같이 관측 지점수가 많은 경우 타 위계에 비해 전체 정산 결과에 미치는 영향이 크기 때문에 100%이상 오차가 발생한 지점에 대해서는 반드시 자세한 분석이 필요하고, 이 지점들에 대해서는 정산 과정에서 가중치를 부여해 편차값을 우선적으로 감소시키는 기법을 개발할 필요가 있음

VDF 5 정산 결과 비교 예

오차율	알고리즘 개선 전		알고리즘 개선 후		지점수변화	비율변화
	지점수	비율	지점수	비율		
200%이상	149	14.4%	137	13.3%	-12	-1.2%
200%	83	8.0%	78	7.6%	-5	-0.5%
100%	42	4.1%	39	3.8%	-3	-0.3%
70%	35	3.4%	22	2.1%	-13	-1.3%
50%	48	4.6%	34	3.3%	-14	-1.4%
30%	37	3.6%	44	4.3%	7	0.7%
15%	38	3.7%	37	3.6%	-1	-0.1%
-15%	40	3.9%	38	3.7%	-2	-0.2%
-30%	34	3.3%	36	3.5%	2	0.2%
-50%	53	5.1%	52	5.0%	-1	-0.1%
-70%	51	4.9%	70	6.8%	19	1.8%
-100%	153	14.8%	165	16.0%	12	1.2%
-100%	270	26.1%	281	27.2%	11	1.1%
	1033	14.4%	1033	15.0%	102지점	



## 2. 정산 알고리즘 구축방안

### 2.2 정산 목적함수의 개선

#### RMAE, MAE, GEH 등 목적함수 설정

- 최적화 기반 계수정산 알고리즘은 목적함수를 어떻게 설정하는가에 따라 계수 정산 성능에 큰 차이가 있음
- 현재까지 교통망 정산에 사용되어온 측정자는 크게 세 종류로 나누어지는데, 1) MAE (Mean Absolute Error), 2) Relative Mean Absolute Error, 3) GEH (Geofferey E. Havers) 등이 있음
- 통행속도와 통행시간, 그리고 교통량은 값의 크기, 지점별 값의 차이 등의 특성이 각각 다르기 때문에 현재 교통량 재현력을 평가하는 지표와는 다른 지표의 개발도 필요함

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{a=1}^n |x_a - \bar{x}_a|$$

- MAE는 값의 크기나 표본간 편차에 큰 관계없이 모형의 재현력을 평가하는데 가장 일반적으로 이용되는 지표로서 각 지점에서의 편차를 모두 더해 지점의 숫자 (또는 관측교통량)로 나누어 계산함
- 총량 편차만을 고려하거나 MAE의 평균수준만 고려하기 때문에 고속도로 교통량 재현력이 낮아짐
- 그밖에 조사 지점수가 많은 위계가 전체 목적함수 값에 가장 큰 영향을 미치게 됨

$$RMAE = \frac{\sum_{a=1}^n |x_a - \bar{x}_a|}{\sum_{a=1}^n \bar{x}_a}$$

- MAE의 단점을 개선하기 위해 교통량 편차의 관측교통량에 대한 비율을 교통량 가중평균으로 고려하기 때문에 중요한 도로를 더 정확하게 정산하도록 함
- 위계별 조사지점수의 편차가 목적함수에 미치는 영향은 해결할 수 없음

$$GEH = \sqrt{\frac{(x_a - \bar{x}_a)^2}{0.5 \times (x_a + \bar{x}_a)}}$$

- 관측 교통량의 편차가 클 때 중요하지 않은 지점의 편차는 가중치를 낮게, 중요한 지점의 교통량은 가중치를 높게 설정하는데 RMAE에 비해 그 정도가 더 강화되는 특성이 있음



## 2. 정산 알고리즘 구축방안

### 2.2 정산 목적함수의 개선

#### RMAE, MAE, GEH등 목적함수 설정

- 아래 그림을 보면 현재 사용되는 세 가지 지표가 동일한 결과에서 얼마나 오차 수준을 다르게 평가하는지 확인 할 수 있음
- 30% 오차수준 분석에서는 전체 정산지점의 63% 가 30% 이내의 교통량 오차를 나타낸 것으로 나타나 일정수준 이상의 정확도를 확보한 것으로 보이나, GEH 기준으로는 불과 5~6% 정도가 GEH 5 이내의 추정력을 보였으며 최대 허용치인 5~15를 포함하더라도 현실재현이 어느 정도 이루어진 관측지점은 20% 미만임

#### 정산 평가 지표의 차이

교통량 편차		고속국도 및 도시고속도로		
		기존 KTDB	본과업	변동
과다추정	200%이상	1.2 %	0.8 %	-0.3 %
	100~200%	2.7 %	4.4 %	1.6 %
	75~100%	3.9 %	5.7 %	1.9 %
	50~70%	4.7 %	4.6 %	-0.1 %
	30~50%	9.5 %	7.9 %	-1.7 %
허용범위 이내	15~30%	13.6 %	11.6 %	-2.0 %
	0~15%	20.1 %	14.6 %	-5.4 %
	-15~0%	20.0 %	20.5 %	0.5 %
	-30~-15%	14.1 %	16.1 %	2.0 %
과소추정	-50~-30%	6.1 %	8.9 %	2.9 %
	-70~-50%	2.0 %	2.3 %	0.3 %
	-100~-70%	1.8 %	1.9 %	0.1 %
	-100%	0.4 %	0.6 %	0.2 %
± 30 %		67.8 %	62.8 %	-4.9 %
± 50 %		83.4 %	79.6 %	-3.8 %

<표 4-4> 고속국도/도시고속도로 위계별 GEH값 분포

		RMAE 평균	GEH값 분포					
			5이하	5-15	15-25	25-50	50-100	100이상
고속국도	2차로	33.5%	6.5%	14.6%	14.1%	27.6%	30.6%	6.6%
	3차로이상	36.9%	4.7%	8.0%	10.3%	21.5%	29.8%	25.7%
도시 고속도로	2차로	32.7%	0%	0%	0%	0%	75.0%	25.0%
	3차로이상	-	-	-	-	-	-	-

<표 4-5> 고속국도/도시고속도로 위계별 RMAE값 분포

		RMAE 평균	RMAE값 분포						
			10% 이하	10~ 20%	20~ 40%	40~ 60%	60~ 80%	80~ 100%	100% 이상
고속국도	2차로	33.5%	22.0%	19.0%	30.0%	12.8%	7.0%	5.0%	4.2%
	3차로이상	36.9%	25.7%	26.0%	24.5%	7.7%	2.7%	6.2%	7.4%
도시 고속도로	2차로	32.7%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
	3차로이상	-	-	-	-	-	-	-	-



## 2. 정산 알고리즘 구축방안

### 2.2 정산 목적함수의 개선

#### 통행 속도 및 통행 시간의 고려

- VDF의 특성상 통행시간 자료가 반영되어야만 계수 정산의 정확성이 향상될 수 있으며, 이렇게 정산된 계수만이 통행시간과 V/C간의 일반적 관계를 설명할 수 있어 수요가 변화하거나 공간적으로 다른 교통망에 적용되더라도 합리적인 교통량을 재현할 수 있음
- 하지만 통행시간이나 속도를 정산과정에 반영할 경우 현재까지 최적화기반 정산 기법에서 통행시간이나 속도를 이용한 예가 없기 때문에 여러 가지 사항들이 결정되어야 함
- 먼저 속도와 통행시간 중 무엇이 정산에 적합한가를 결정해야 하는데, VDF의 특성상 통행시간이 적합하고 통행속도는 값의 크기가 작고 지점간 편차도 작아 부적합함
- 통행시간을 MAE, RMAE, GEH 중 무엇으로 목적함수에 반영할 것인지도 결정해야 함
- 통행시간이 목적함수에 반영되면 교통량 편차와 통행시간 편차에 대한 상대적 중요도를 설정해야 함
- 또, 통행시간의 조사지점은 어디로 선정할지, 각 위계별로 몇 개의 통행시간 표본을 조사해야 하는지도 결정해야 함
- 고속도로와 간선도로는 신호시설 때문에 통행시간의 분산이 크게 차이가 나므로 이 특성을 어떻게 편차 계산에서 반영할 것인지도 어려운 문제임

#### 속도와 통행시간의 반영

- 1 속도나 통행시간 중 무엇을 이용할 것인가?
- 2 통행시간은 어떤 지표로 반영할 것인가?
- 3 교통량과 통행시간의 상대적 중요도 설정은?
- 4 통행시간의 조사지점은 어떻게 결정할 것인가?
- 5 고속도로와 간선도로간 통행시간 특성차이는? (분산)
- 5 대표성 있는 통행시간은 어떻게 결정할 것인가?



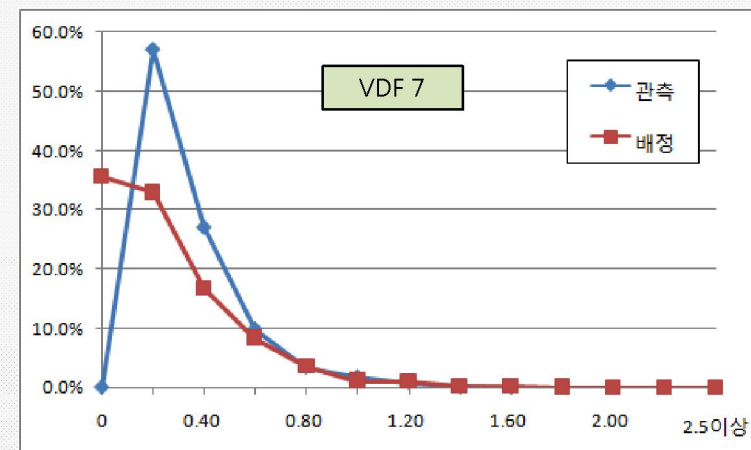
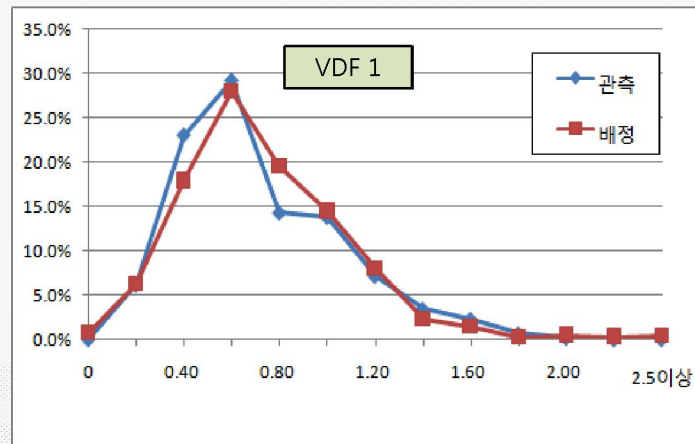
## 2. 정산 알고리즘 구축방안

### 2.3 상세 정산 분석 모듈의 개발

#### 자료 부재시의 정산 기법 개발

- 예산상의 문제 때문에 조사자료의 양을 크게 늘리기는 어렵기 때문에 현재 가용 가능한 자료를 최대한 활용하는 방안도 고려해야 함
- 이러한 자료의 예로 V/C를 이용할 수 있는데, 위계별로 관측교통량에 의한 V/C 패턴과 배정교통량의 V/C를 비교해 조사지점이 없는 링크에 필요한 정보를 얻을 수 있음
- 고속도로의 경우 (VDF 1) 표본율이 44.5%인데 관측교통량과 배정 교통량에 의한 V/C 분포가 큰 차이를 보이지 않는 반면 VDF 7은 32.6%의 표본율에서 배정교통량의 V/C가 상당히 낮게 나타나고 있어 관측지점 뿐만 아니라 전체적으로 실제보다 낮다고 추정됨
- 이 경우 용량을 조정하거나 미관측부에 가상의 관측 교통량을 평균 v/c를 일시적으로 부여해 교통량 패턴을 조정할 수 있음

관측과 배정 교통량간 V/C 비교





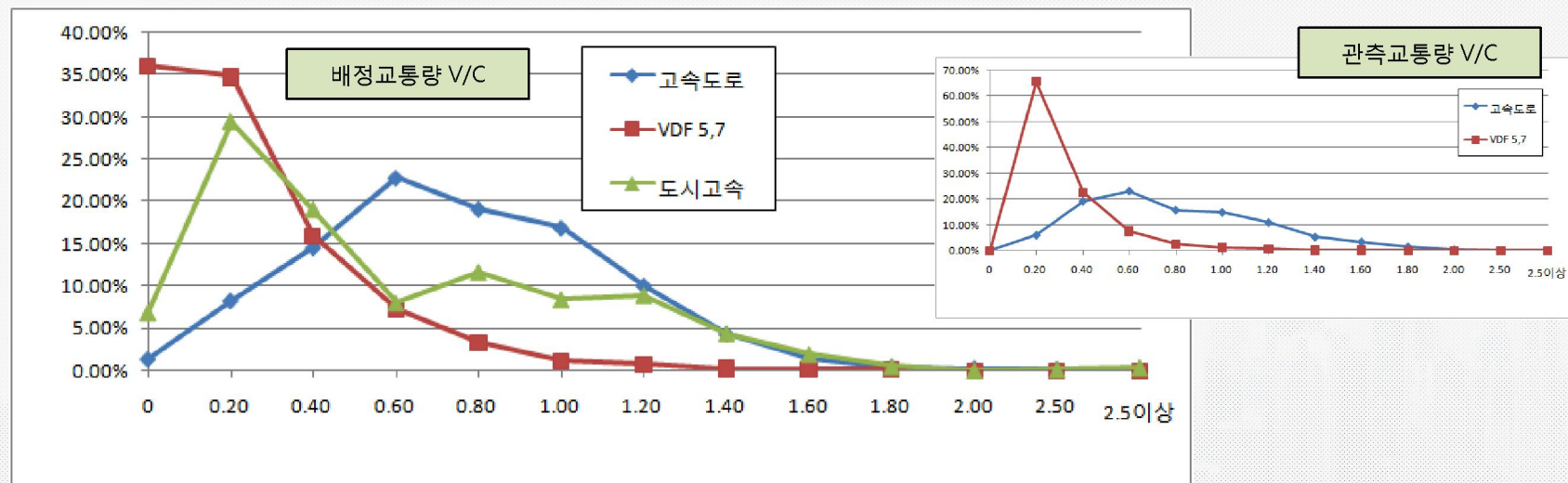
## 2. 정산 알고리즘 구축방안

### 2.3 상세 정산 분석 모듈의 개발

#### 자료 부재시의 정산 기법 개발

- 현재 도시고속도로의 경우 관측지점이 거의 없기 때문에 관측 교통량을 통해 V/C를 정산하는 대신 배정 교통량 간의 V/C 패턴을 비교해 정산에 필요한 정보를 얻을 수 있음
- 관측교통량에 의한 V/C 패턴 관계나 통행 배정에 따른 패턴을 보면 전체적으로 도시고속도로는 고속도로와 국도 1, 2등급의 중간 정도 형태나 고속도로의 분포와 유사해야 할 것으로 판단되는데, 현재의 배정 V/C는 0.8이상 지점이 상당히 많은 대신 0.4~0.6 지점들의 숫자가 낮은 것으로 추측됨

#### 관측 교통량 부재 위계의 정산





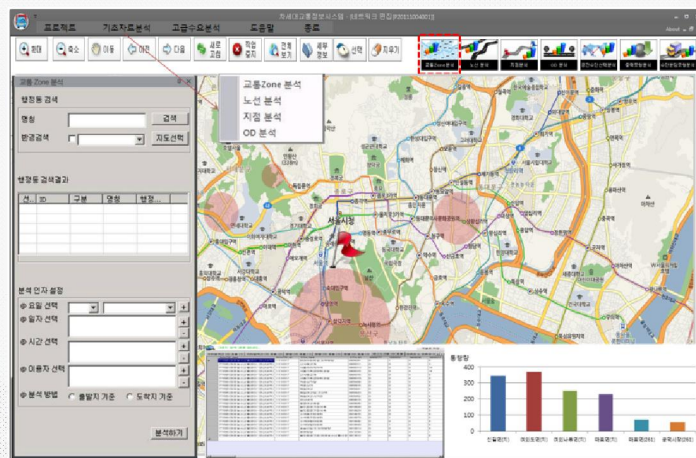
## 2. 정산 알고리즘 구축방안

### 2.3 상세 정산 분석 모듈의 개발

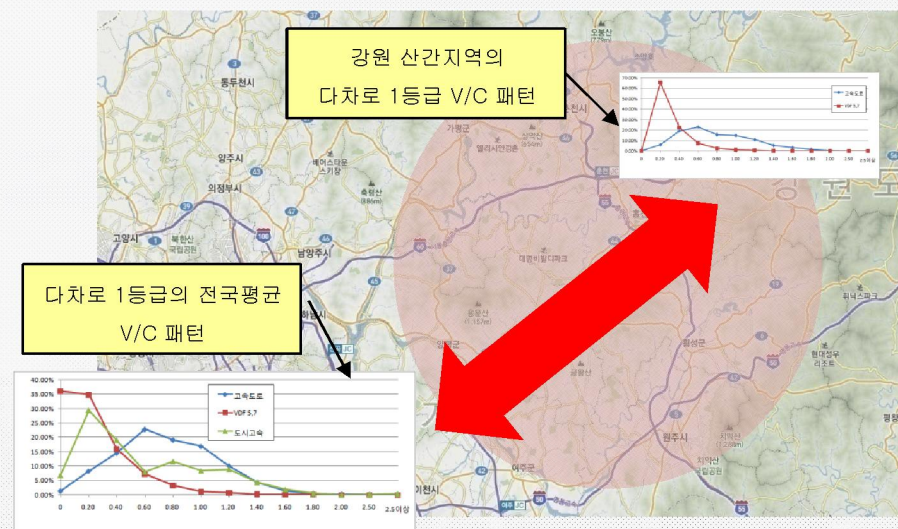
#### 이 용자 정의 분석기능의 도입

- 분석가가 추가적인 정산 결과 개선을 수행할 수 있도록 이용자 정의 분석 기능을 지원해야 함
- 예를 들어 동일한 다차로 1등급이라도 강원지역과 서울지역의 경우 용량이나 자유 교통류 속도, 또는  $\alpha$ ,  $\beta$  까지도 큰 차이가 존재할 수 있음
- 이러한 분석을 수행하기 위해 분석가가 화면상에서 특정 지역을 지정하거나 표를 통해 링크를 지정하면 지역내의 V/C 패턴이나 교통량 편차를 비교해 지역간 특성차이 여부를 판단함

#### 존 단위 분석의 예



#### 지역별 도로 위계별 V/C 분석





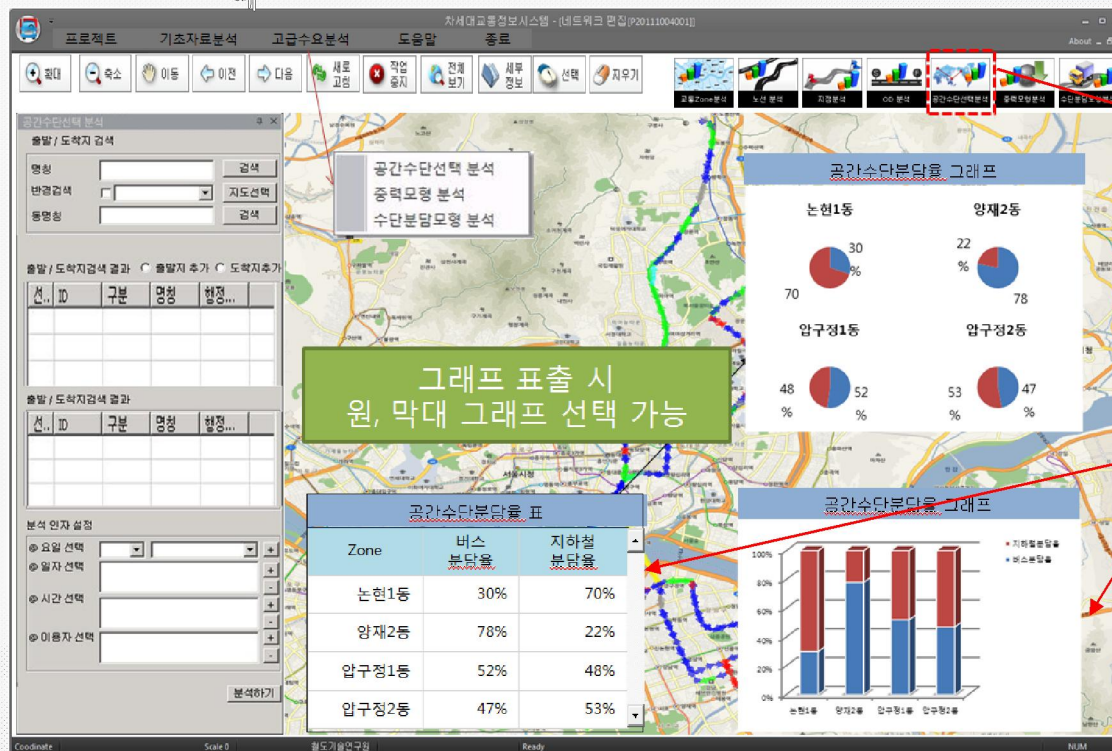
## 2. 정산 알고리즘 구축방안

### 2.3 상세 정산 분석 모듈의 개발

#### 그래픽 기반 GUI 탑재 소프트웨어 개발

- 정산 및 기초자료 관리 프로그램의 궁극적인 목표는 GUI를 통해 프로그램을 처음 접하는 분석가도 기초자료의 문제점이나 VDF 정산을 쉽게 수행할 수 있도록 함

#### GUI 기반 데이터 분석 프로그램



편리한 UI 기능으로 분석가가  
복잡한 정보를 쉽게 정리해  
확인할 수 있도록 함

그래프나 표를 통해 원하는  
자료들을 쉽게 비교하거나  
분석할 수 있도록 함



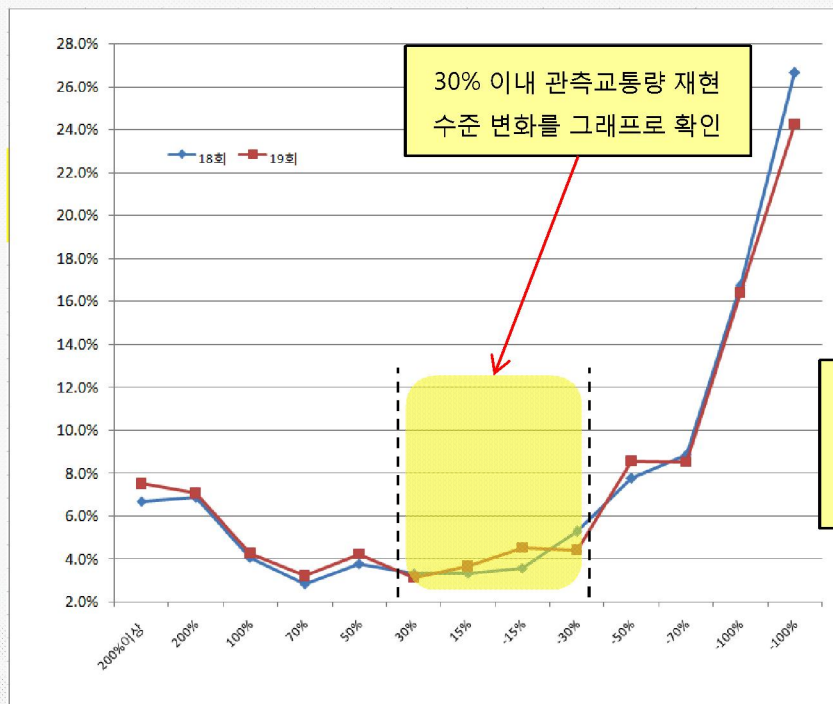
## 2. 정산 알고리즘 구축방안

### 2.3 상세 정산 분석 모듈의 개발

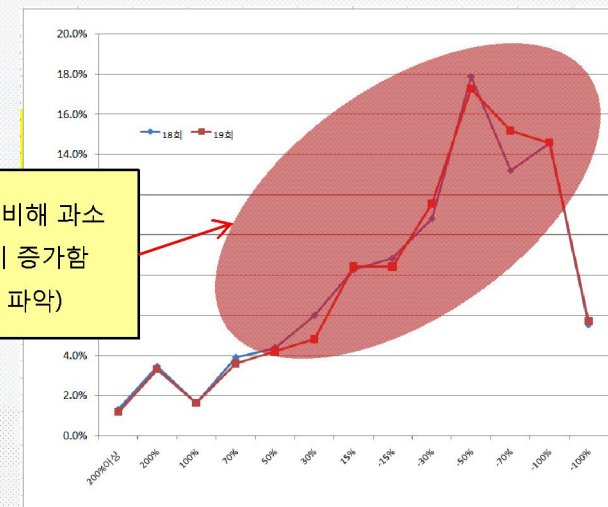
#### 그 래픽 기반 정산 지원 프로그램

- 계수추정 범위와 같은 입력값의 수정이나 반복계산간 추정력 변화등을 그래프로 요약해 확인할 수 있도록 함으로써 알고리즘을 통해 검지하지 못하는 문제점을 분석가가 파악할 수 있도록 함

#### GUI 기반 정산 효과 분석 예



- 예를 들어 관측교통량 재현의 경우 반복 횟수별로 재현력이 어떻게 변화하고 있는지를 확인함으로써 원하는 추정 결과를 벗어나기 시작할 경우 계산을 중지할 수 있음





# 감사합니다

