

RFID 리더기 최적 설치지점 선정 연구

Research on Optimal Location of RFID Readers

백 승 결

(한국도로공사, 교통연구그룹,
책임연구원, bsktrans@freeway.co.kr)

정 소 영

(한국도로공사, 교통연구그룹,
연구원, youstech@hanmail.net)

목 차

- I. 개요
 - II. RFID를 이용한 교통정보 수집체계
 - 1. 수집 정보
 - 2. 활용 방안
 - III. 리더기 최적 설치지점 선정기준
 - 1. 관측구역 선정기준
 - 2. 관측구간 선정기준
 - 3. 최적 설치지점 선정기준
 - IV. 최적 설치지점 선정사례
 - 1. 제주시 현황 검토
 - 2. 관측구역 선정
 - 3. 관측구간 선정
 - 4. 최적 설치지점 선정
 - V. 결론 및 향후 연구과제
- 참고문헌

I. 개요

유비쿼터스(Ubiquitous Computing)란 보편적으로 존재한다는 의미를 가지고 있는 라틴어로 사용자가 컴퓨터나 네트워크를 의식하지 않고 장소에 상관없이 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 환경을 의미한다. 일반적으로 논의하는 유비쿼터스 환경은 다양한 상황 정보를 통해 사용자의 요구를 예측하고 필요한 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다.

최근 주요 선진 국가에서는 IT 산업뿐만 아니라 교통, 환경, 행정, 유통·물류, 공항·항만 관리 등 산업 전 분야에 걸쳐 유비쿼터스 사회의 구축을 서두르고 있다. 이에 따라 교통 이용자들도 실시간 교통정보 제공, 친환경적 교통수요의 발생, 안전하고 편리한 교통체계로의 전환을 요구하고 있으며, 이러한 사회·문화적인 변화 욕구 및 교통수요에 대처하기 위해 새로운 기술 개발의 필요성이 제기되고 있다. 또한 텔레매틱스 서비스, 차량항법장치, 위치기반 서비스, 물류관리 서비스 등 다양한 ITS 서비스 및 시스템의 발전됨에 따라 신속하고 정확한 교통

정보의 수집 및 제공의 중요성이 커지고 있으며, 이를 위한 핵심기술의 하나인 RFID 서비스 개발이 필요성이 대두되고 있다. 특히 국내의 경우 휴대 인터넷과 같은 저렴한 통신망과 RFID 네트워크의 연계가 편리하여 실시간 교통정보 수집이나 사용자에 따른 맞춤형 정보 제공에 유리한 입장이며, 물류 분야에서도 수출입 화물과 내륙 운송 화물의 균형적인 물류 산업 발전과 거점시설간 실시간 화물정보 연계가 가능하므로 국가 경쟁력 강화에도 이바지할 것으로 예상된다.

국내·외 산업계 전반에서 기술 개발 및 응용서비스 개발에 많은 노력과 예산을 투자하고 있으며, RFID/USN의 전체 시장은 2010년에 총 540.8억 달러(IDTechEx), 국내 시장도 39억 달러로 증가할 것으로 전망된다.

그러나 RFID 중복투자로 인한 자원의 낭비나 관리 주체별 분쟁, 사생활 침해 등과 같은 문제점도 동시에 나타나고 있어 이에 대한 대안 모색이 시급한 실정이다. 이러한 문제점을 예방하기 위해서는 시스템 규격에 대한 국가적인 표준기술의 제시와 개인 사생활 보호 및 전국적인 확산을 위한 법·제도의 정비가 실질적인 사업화 이전에 이루어져야 할 것이다.

RFID등 노변 관측장치를 통한 교통정보 수집 시스템의 경우, 모든 설치지점이 동일한 정보를 제공하지 않기 때문에 설치목적에 적합한 정보를 도출하기 위해서는 리더기의 설치지점이 중요 요소가 된다. 본 연구에서는 기존의 차량검지기 선정기준 등과 새로운 관측위치 기준 등을 종합적으로 검토하여 RFID 리더기의 최적 설치지점 선정방법을 제시하고자 한다.

II. RFID를 이용한 교통정보 수집체계

전 세계적으로 산업 전 분야에 걸쳐 유비쿼터스 사회의 구축을 위한 시도가 다양하게 이루어지고 있으며, 특히 교통·물류 분야에서는 교통정보 수집체계 및 이를 응용한 서비스 개발의 필요성이 매년 증가하고 있다. 현재까지는 Loop 검지기, 영상 비콘, DSRC 등의 검지체계를 활용하여 교통정보를 수집하였으나, 설치 및 유지관리에 과다한 비용이 소요되는 고비용 구조의 시스템으로 전국적인 확산에 어려운 단점을 지니고 있다. 따라서 신개념의 저비용 교통정보 수집체계에 대한 필요성이 대두되고 있으며, 최근 RFID(Radio Frequency IDentification)와 무선 인터넷 기술을 ITS에 접목한 교통정보 수집체계가 그 대안으로 부각되고 있다. RFID를 이용한 교통정보 수집체계의 특징을 다음과 같이 정리하였다.

1. 수집정보

교통정보는 현장에서 수집된 원시자료를 기반으로 정책 결정자, 교통 운영자 및 도로 이용자가 요구하는 정보로 가공하여 제공된다. 교통관리전략에 따라 태그에 필요정보를 기록하거나 수정할 수 있다는 장점을 이용하여 기존 검지체계보다 진보된 교통수집 체계를 구축하여 다양한 교통정보를 가공할 수 있으며, 해당 링크 및 네트워크의 교통류 특성을 분석하고 차량의 이동패턴을 연구하기 위한 교통정보의 생성이 가능하다.

1) 원시자료

원시자료는 링크별로 설치된 리더기를 통해 수집되며, 태그가 부착된 차량이 리더기가 설치된 링크를 지나면 태그에 등록되어 있는 정보를 인식하여 차량의 시공간적 교통정보를 생성하게 된다. 때문에 적절한 리더기의 배치는 차량의 운행경로 파악의 정확성을 결정짓는 중요한 요소가 되며, 이를 위해 링크별 리더기 설치를 위한 교통존 구분과 교통 네트워크 구분 등과 같은 일정한 기준 마련이 요구된다.

2) 가공자료

리더기를 통과하는 차량에 대해 각각의 지점 통과시각을 이용하여 해당 링크의 통행시간 및 운행속도의 산출이 가능하다. 일반적으로 교통정보 생성 및 교통류 분석 시에는 측정된 속도들을 조화 평균한 공간평균속도를 이용하며, 누적속도분포를 이용하여 교통시설 운영에 이론적인 배경을 제공한다.

또한 특정 차량이 출발지에서 목적지를 향해 운행할 때 차량의 지점 정보를 운행경로 상 링크별로 구할 수 있으며, 이들 링크를 조합하여 통행경로를 산출할 수 있다. 차량의 주요 통행경로가 산출되면 교통존을 기반으로 하는 기·종점 분석을 통해 특정 지역 유출과 유입을 산정할 수 있다.

2. 활용방안

RFID를 기반으로 수집된 교통정보는 다음과 같이 활용될 수 있다.

1) 공학적 측면

RFID 시스템은 각종 교통시설물로 인해 교통류의 흐름에 간섭이 잦은 도시부 시내도로에서도 통행시간 산출이 가능하므로 출퇴근 시간과 같은 혼잡시간대에 구간 통행시간 정보를 제공하여 집중되는 교통량을 분산시킬 수 있으며, 텔레매틱스나 유비쿼터스와 같은 정보제공 시스템과의 연계를 통해 이용자에게 통행시간 서비스 제공이 가능하다. 이는 운영자 측면에서도 반복적인 혼잡인지, 돌발상황과 같은 비 반복에 의한 혼잡인지 판단하여 적절한 대응책을 강구할 수 있다는 점에서 강점을 가진다.

2) 계획적 측면

리더기에서 수집된 차량 정보를 활용하여 차종에 따른 통행패턴을 추측할 수 있으며, 이러한 자료는 도로 및 도로시설 계획 시에 활용이 가능하다. 또한 차량들의 통행발생 빈도가 높은 시간대를 추정하여 첨두시 교통량의 분산에 적용하거나, 도로의 서비스교통량 산정에 이용되는 중차량보정계수의 산출에도 활용할 수 있다.

3) 정책적 측면

RFID 시스템을 통해 수집된 자료는 각 지역별 특성에 맞는 정책결정에 정책적 근거 및 기초자료로 활용될 수 있다. 특정 조건에서 반복적인 정체가 발생하는 경우 정책적 측면에서 기하구조 개선이나 신호운영의 개선을 권고할 수 있는 기초 데이터로 활용할 수 있으며, 화물이나 위험물 차량 등 중차량 관리에 있어서도 유용한 정보를 제공할 수 있다. 또 각 지역별로 추출된 O/D를 추출하여 차량들의 통행패턴을 분석하고, 이를 이용하여 차종별 차량통행 분포 현황 및 통행량이 많은 지역 간의 도로 교통수단간 분담률의 추정도 가능하다.

III. 리더기 최적 설치지점 선정기준

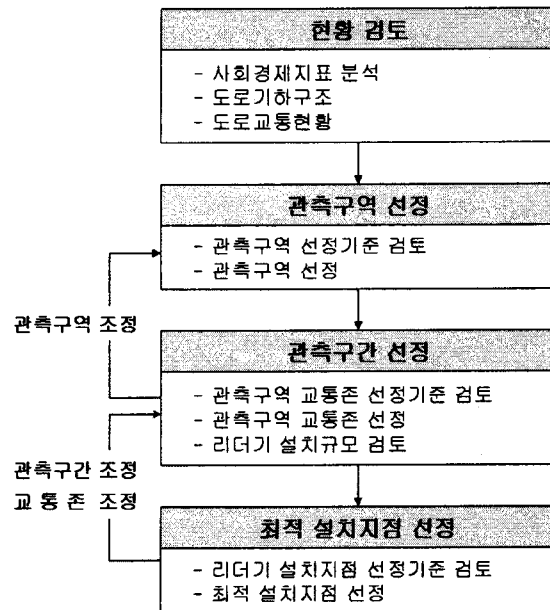
RFID 리더기는 교통량, 속도, 통행시간, 실시간 O/D 등 다양한 교통정보를 종합적으로 수집할 수 있다. 따라서 적절한 리더기의 배치는 수집된 데이터의 정확성을 높이기 위한 필수 요소가 되며, 모든 설치지점이 동일한 정보를 제공하지 않기 때문에 수집 가능한 교통정보 사항 및 특성을 고려하는 것이 필요하다.

<그림 1>은 리더기 최적 설치지점 선정과정을 나타낸 것이다. 구체적인 RFID 리더기의 최적 설치지점 선정을 위해서는 면, 선, 지점을 선정하는 과정을 거쳐야 한다. 즉 우선 관측구역을 선정하고 관측구역내 관측구간을 선정한 후 관측구간내에서 관측지점을 선정한다.

관측구역 선정은 해당지역의 상징성, 인구 등 사회경제지표, 토지이용, 실시간교통관리 적용 필요여부 등을 검토하고 관측구간 선정시는 교통존 선정, 교통량 등 교통현황, 도로기하구조,

기존 ITS 관측 및 정보제공 장비 구축구간 여부, 교통존 간 가능 경로 수 등이 중요하다. 설치지점은 리더기의 성능 및 기능, 시설물, 자료수집 용이성, 관측용이성, 현장설치 여건 등을 고려하여 선정한다.

리더기 최적 설치지점을 선정하기 위해서는 리더기 용도별 링크 수, 교통존 수와 태그규모 표본 추출률 등을 고려해야 하며, 이는 해당 교통존의 자동차대수에 종속적이므로 O/D추정을 위해서는 적정 표본 수 및 적정 교통존 규모를 모두 고려하여야 한다. 이러한 선정과정들은 서로 종속적인 관계에 있기 때문에 반복검토를 통해 조정되어야 한다.



<그림 1> 리더기 최적 설치지점 선정과정

1. 관측구역 선정기준

RFID 리더기 설치를 위한 관측구역 선정 시 고려사항은 다음과 같다.

- 상징성 : 시범지역 내 주요 지역
- 사회경제지표 : 인구, 자동차대수 등
- 토지이용현황
- 실시간 교통관리 적용 필요지역

2. 관측구간 선정기준

관측구역이 선정되면 교통존, 교통량 등의 교통 현황, 도로 기하구조, 기존 ITS 관측 및 정

비제공 장비의 구축구간, 교통존 간 가능 경로 수 등을 고려하여 자료 수집이나 관측이 용이한 구간으로 선정한다.

1) 가로망 현황

관측 교통존은 링크를 중심으로 분리되기 때문에 가로망 현황은 주요 자료에 속한다. 각 간선도로의 차로 수, 연장, 제한속도 등을 조사하며, 조사교통상황이 변화하기 쉬운 교통류 합·분류되는 구간, 터널 구간, 지하차도 구간 등은 관측 자료의 신뢰도를 저하시키는 요인으로 이러한 구간은 관측 구간에서 제외하였다. 또 RFID 리더기를 통해 관측된 정보를 활용하여 돌발 상황과 같은 비 반복적인 현상도 검지가 가능하나, 이러한 검지기 설치에 고려 대상에서 제외하였다.

2) 블록 단위 교통존 설정

본 연구에서는 인구 규모와 같은 사회·경제지표를 주요 지표로 하여 행정동 위주로 구분되던 교통존 설정 방식이 아닌 교통존을 둘러싼 링크를 기준으로 블록단위의 교통존을 제시하였다. 기존의 교통존 설정은 교통존 규모의 균등성, 통행 특성과 토지 이용의 균질성, 이용교통시설의 공통성, 그리고 자료의 이용 가능성 등 여러 가지 교통수요 예측에 영향을 미치는 요소들을 종합적으로 고려하여 설정하나, 대부분 사회경제 자료의 이용을 용이하게 하기 위하여 행정구역 및 센서스 존 체계에 부합되게 설정하는 것이 일반적이었다.

그러나 RFID를 이용한 O/D 추정엔 통행실태 조사처럼 특정지역의 사회·경제지표로부터 O/D를 추정하는 것이 아니라 링크 상의 관측장비를 이용하여 측정된 실시간 O/D를 시간적, 공간적으로 집적하여 정적 O/D를 구하는 방법이므로 네트워크의 물리적 형상이 중요하다. 따라서 기존의 교통존 설정 방법은 RFID와 같은 관측 장비에는 부적절하며, 이를 보완하기 위하여 네트워크 기반의 교통존을 설정하였다.

이는 RFID와 같은 관측 장비가 네트워크를 기반으로 설치된다는 점을 고려한 것으로 교통존의 경계선을 따라 코든 라인을 설정하고, 코든 라인이 걸리는 링크에서 교통량을 관측하는 개념이다. 이러한 교통존 기반의 관측기법은 교

통존 간 통행량 관측에서 불필요한 내부교통량을 배제할 수 있으며, 따라서 기존 관측 방법에 비하여 적은 관측 지점 수만으로도 신뢰도가 높은 O/D를 구축할 수 있다는 장점을 지닌다.

3) 교통존내 사회·경제지표

관측구간은 주요 링크를 중심으로 교통존이 설정되므로 교통존이 선정되면 이에 따라 새로운 사회·경제지표를 산출해야 한다. 이는 설정된 블록 단위의 교통존이 기존의 행정동과 일치하지 않기 때문에 생기는 것으로 간선도로에 의해 행정동이 분리되는 경우 이들 간의 토지면적을 고려하여 해당 지표를 재산정하였다.

4) 관측구역 교통존 개수 선정

교통존 수나 표본 수를 결정하기 위해서는 먼저 O/D 조사 차량의 표본 추출률을 고려해야 한다. 표본 추출률은 다음과 같이 계산된다.

$$\text{표본추출률}(r) = \frac{1}{\left[\left(\frac{\varepsilon}{z} \right)^2 \times \left(\frac{N}{C-1} \right) \right] + 1}$$

여기서, ε = 오차율

z = 신뢰계수

N = 모집단 수

C = 교통존 쌍 개수

오차율이나 신뢰계수가 결정되면 앞서 산정된 관측구역의 사회·경제지표를 활용하여 모집단의 수를 결정한다. 이를 반영하여 교통존의 개수를 산출한다.

5) 리더기 설치규모 검토

RFID 리더기는 다양한 교통정보를 종합적으로 수집할 수 있으므로 리더기 설치지점을 선정하기 위해서는 먼저 리더기의 설치 유형을 설정하여야 한다. 본 연구에서는 블록단위의 교통존을 제시하고 있으며, 이에 따르면 O/D 추정을 위한 리더기는 블록단위 교통존 링크 설치용, 외곽 코든 관측용, 스크린라인 관측용으로 구분할 수 있다.

블록단위 교통존 링크 설치용 리더기는 블록단위의 교통존을 둘러싸고 있는 외곽 링크 상에 설치하는 리더기로 교통존 간 통행량을 관측하기 위한 것이다. 인근 존과 공용하여 사용하며, 블록외곽 링크를 따라 각 링크에 2개소를

쌍으로 설치하여 링크의 통행시간 및 운행속도를 산출할 수 있도록 한다.

외곽 코든 관측용 리더기는 관측 지역의 유출입 교통량을 파악하기 위한 것으로 외곽 유출입 링크에 링크 당 2개씩 설치하도록 한다. 리더기의 규모는 교통존의 어떻게 설정되느냐에 따라 정해지며, 용도에 따른 링크 수나 리더기 수가 계산된 후에는 표본 규모를 고려하여 교통존 쌍 개수를 조정하게 된다.

6) 교통량 자료

관측링크의 수는 O/D의 추정정확도와 신뢰도에 중요한 영향을 미친다. 일반적으로 관측지점의 수가 증가할수록 에러는 감소하며, 반대로 과소설정의 문제를 피하고 O/D행렬의 적절한 신뢰도와 정확도를 확보하기 위해서 관측되어야 하는 최소 링크수가 존재한다.

따라서 선택된 링크들은 최대한 많은 교통량을 확보할 수 있어야 하며, 이를 위해서 교통량 정보는 필수불가결하다. 교통량 조사 결과를 반영하여 주요 링크를 선별하고, 관측구역의 교통존을 선정한다.

7) 교통지표 관측기준

RFID를 이용한 교통정보 수집 대상은 크게 지점 또는 구간별 정보와 네트워크 정보로 구분할 수 있다. 지점 또는 구간별 정보는 교통량, 지점속도, 구간속도 등이 있으며, 네트워크 정보는 실시간 O/D, 리더기 간 통행시간, 정적 O/D, 통행경로 등이 있다. RFID 최적 설치지점을 선정하기 위해 RFID 리더기로부터 수집 가능한 교통정보에 대한 기존의 설치기준들을 검토하였다.

① 교통량 상시 조사지점 선정기준

한국건설기술연구원에 제시한 교통량 상시 조사지점 선정기준에 따르면 전국 일반국도를 대상으로 1개의 대 구간에 대하여 1개의 상시 조사지점을 설치함을 원칙으로 한다. 조사지점은 구간 내의 교통 특성뿐만 아니라 도로 선형, 포장 여건, 전기·전화 설치 여건 등의 주변 환경도 고려해야 한다.

대 구간은 고속국도와 일반국도가 만나는 지점이나 일반국도와 일반국도가 만나는 지점을

기준으로 한다. 이는 도로의 교차 또는 합류·분류 시에는 교통의 흐름이 변하기 때문이므로 일반국도가 연장 2km 이내에서 만나거나 교통량이 10% 이내로 차이가 적은 경우 지역 간 동일한 교통 특성을 나타낼 때는 동일한 대 구간으로 통합한다. 반대로 일반국도가 지방의 도시부를 통과하거나, 위락시설 및 휴양지를 통과하는 등 교통의 흐름이 변화될 것으로 예상되는 지점을 경계로 한다.

② 교통량 수시 조사지점 선정기준

일반국도 수시조사 대상 도로는 주로 지역 간 통행의 기능을 가지는 도로이므로 지역 간 교통량의 특성치가 잘 표현될 수 있는 국도 상의 주요 구간으로 하되, 도시 내 통행을 담당하는 도로구간의 조사지점은 제외하도록 한다. 기본적으로 시 경계를 벗어난 지역으로 선별하며, 교통량의 흐름이 도로의 분기나 등급이 다른 도로의 교차 등으로 변화가 생기는 지점을 구간의 경계로 설정한다.

③ 노측면접 O/D 조사지점 선정기준

노측면접 O/D 조사지점은 한국교통연구원의 기·종점 통행조사 매뉴얼에 따르며, 전국 시·군 단위의 시외 유출입 지점을 선정하는 것을 기본으로 한다. 해당 시외 유출입 지점으로부터 교차로 및 타 도로와의 분기점 이전에 있는 구간 내에 선정하며, 양방향 2차선 이상의 도로 중 양방향 교통량 합계가 15분 교통량 조사 시 최소 15대 이상인 곳을 선정한다. 노측에 정차를 하고 조사를 하는 것이기 때문에 시야가 좋은 평탄한 직선구간에 여유 있는 노측 공간이 확보되는 곳이 좋으며, 횡단보도, 검문소 같은 시설물이나 서행, 일단정지 표지가 있어 감속이 예상되는 지점을 설정하도록 한다.

④ 속도 조사지점 선정기준

차량 속도조사는 조사방법에 따라 지점 속도 조사와 구간 속도조사로 구분할 수 있다. 조사 대상은 고속국도, 일반국도, 지방도 및 간선기능을 하는 2차선 이상의 도로를 원칙으로 하며, 전방주시가 좋고 평탄한 직선도로로 선정하도록 한다. 도시 내 도로의 경우 교통 흐름에 영향을 주는 시설이나 표지가 없는 주요 교차점

과 교차점의 중간 지점, 또는 신호교차점과 신호교차점의 중간지점을 조사지점으로 선정한다.

⑤ O/D 관측위치 설정기준

링크 상의 검지되는 정보는 같은 양의 정보를 갖고 있지 않으며, 경우에 따라서는 중요한 정보를 누락할 가능성을 지니고 있다. 따라서 O/D의 추정 정확도와 신뢰도를 향상시키기 위해서는 적절한 관측위치를 설정할 필요가 있으며, 이러한 위치를 링크 교통량에 대한 최적관측위치라고 한다. Yang(1998)은 최대 가능상대예러에 근거하여 관측위치에 대한 4가지 위치규칙을 제시하였으며, 그 내용은 다음과 같다.

- O/D 확보 규칙
- 최대교통량 비율 규칙
- 최대교통량 관측 규칙
- 링크 독립 규칙

백승걸 등(1998)은 기존의 노드 중심의 관측이 아닌 교통존 기반의 링크 교통량 관측방법을 제시하였다. 이는 통행 배분을 위한 교통존 구분과 통행 배정을 위한 네트워크를 중첩한 개념으로 기존의 관측 방법에 비해 적은 규모의 관측 지점 수로도 신뢰도 높은 O/D를 추정할 수 있다는 장점을 지닌다.

⑥ ITS 장비 설치위치 선정기준

ITS 구축·운영 편람에서는 차량검지기나 차량번호인식장치에 대한 설치기준이 제시되어 있다. 이에 따르면 차량검지기(VDS)는 차로 수나 교통류, 설치위치 등을 고려하여 약 1km의 간격으로 설치하도록 되어 있으며, 차량번호인식장치(AVI)는 교통류 특성이나 구간 O/D 통행량, 교통 여건 등을 고려하여 5~10km 간격으로 설치할 것을 제시하고 있다.

3. 최적 설치지점 선정기준

리더기 설치지점은 도로 용량, 통행 특성, 리더기 기능, 토지이용 및 시설물, 리더기 성능 등을 종합적으로 고려하여 현장설치 여건에 맞게 선정한다.

1) 도로 용량을 고려한 기준

왕복 2차로 이하의 도로는 제외한다. 이는 교

통관리 대상이 아니며, 내부통행이 많아 비효율적인 정보가 관측될 가능성이 크며, 경로 추적이 어렵다는 문제점을 가지고 있다.

2) 통행 특성을 고려한 기준

설치된 리더기에서는 가능한 한 많은 교통량이 관측될 수 있어야 하므로 교통량조사 결과를 바탕으로 교통량이 많은 링크를 중심으로 설치해야 한다. 또 운전자는 최적 경로를 선택하여 주행하므로 통행량 배정 및 OD 간 가능 경로수 분석 결과를 참조하여 경로로 채택되는 빈도가 높은 링크를 우선적으로 설치한다.

3) 리더기 기능을 고려한 기준

관측구역의 교통존은 블록 단위로 설정하였으며, 이들의 외곽 링크에는 교통존 유출입 교통량을 파악하기 위한 리더기를 설치하도록 한다. 또 관측구역의 유출입 교통량을 파악하기 위해 관측지역 외곽에는 코든 관측용 리더기를 설치한다. 각 세부 가로의 회전교통량 측정을 위해 리더기는 교차로에 가능한 한 인접하여 설치하도록 한다.

4) 토지이용 및 시설물을 고려한 기준

통행을 유발하는 주요 시설물의 위치를 고려하여 설치한다. 아파트 단지나 공공시설물(관공서, 은행, 학교, 공원 등)이 이러한 주요 시설물에 속한다.

5) 리더기 성능을 고려한 기준

속도 검지를 위해 리더기는 2개를 쌍으로 설치하도록 한다. 리더기의 인식거리가 75m인 점을 고려하여 설치 거리는 140m 간격을 유지하도록 하며, 링크 길이가 500m를 초과하는 구간에 대해서는 두 쌍의 리더기를 설치하도록 한다. 이 경우 두 쌍의 리더기는 상호 간섭이 배제되어야 하며, 이를 위해 140m 이상의 이격거리를 두도록 한다.

또 교차로의 첫 번째 링크의 길이가 70m 이하인 경우 첫 번째 링크에는 검지기를 설치하지 않는다. 이는 교차로에 설치된 리더기 간의 간섭을 피하기 위한 것이나, 첫 번째 세가로에 주요 시설물이 있는 경우는 제외한다.

IV. 최적설치지점 선정사례

본 연구는 RFID 리더기의 최적설치지점을 검토하기 위해 시범설치지역을 선정하였다. 시범설치지역으로 선정된 제주도는 다른 지역에 비해 공간적으로 폐쇄되어 있기 때문에 통과 교통량이 발생하지 않으므로 보다 신뢰성 있는 O/D 구축이 가능하며, 지난 2000년 건설교통부에 의해 첨단교통모델도시로 선정된 이후 2차 례에 걸쳐 ITS 구축 사업이 시행되고 있어 시범설치지역으로 이점을 지니고 있다. 또 다른 도시에 비해 관광객들의 렌트카 수요가 높기 때문에 표본을 선정하고 태그를 부착하기가 용이하다.

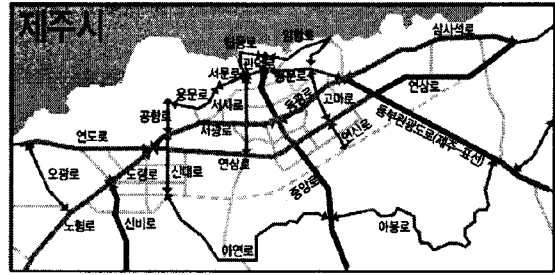
본 연구에서는 <그림 1>에서 제시한 바와 같이 제주시 현황 검토, 관측구역 선정, 관측구역 교통존 선정, 최적설치지점 선정과 같은 단계를 거쳐 리더기 최적설치지점을 선정하고자 한다.

1. 제주시 현황 검토

시범설치지역인 제주시는 255.5km²의 면적으로 전체 제주도의 13.8%에 해당하며 19개의 행정동과 405개의 통, 그리고 2,522개의 반으로 이루어진다. 2004년 제주시의 인구는 296,990인(남자 146,921인, 여자 150,069인)으로 제주도의 53%에 해당하는 인구가 밀집해 있으며, 연평균 증가율은 1.57%로 나타난다. 제주도 자동차 등록대수는 2004년 111,174대로 6.56%의 연평균 증가율을 나타낸다.

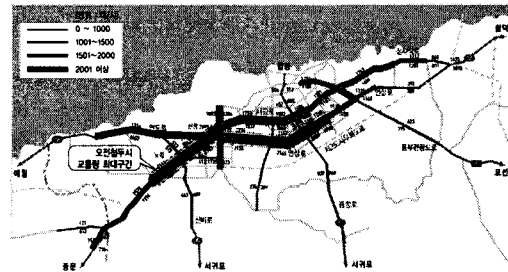
제주도의 도로망은 가로방향으로 가로지르는 12번, 16번 도로와 세로방향을 가로지르는 11번 도로가 있으며, 기타 세부도로의 현황은 <그림 2>와 같다.

제주시의 주요 간선도로는 동서축 동서광로(왕복 6차로) 및 연삼로(6차로), 남북축 중앙로(4~6차로), 서사로(4차로), 고마로(4차로), 신대로(6차로)로 구성되며, 신제주와 구제주 간 출근통행이나 제주시계를 경계로 하는 유출입 통행이 주를 이룬다.

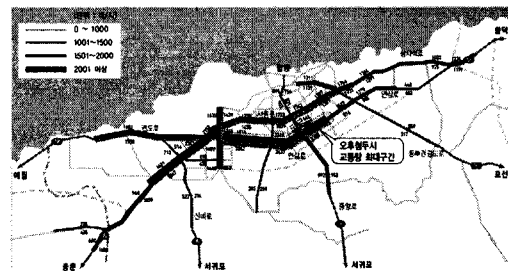


<그림 2> 제주시 주요도로 현황

제주시의 오전·오후 첨두시 교통량은 <그림 3>, <그림 4>와 같다. 연삼로를 중심으로 한 가로교통량이 높게 나타났으며, 서광로, 동광로, 중앙로 등도 통행량이 많은 것으로 조사된다. 오전 첨두시는 신광사거리가, 오후 첨두시는 보건소 사거리가 가장 교통량이 높게 나타났으며, 통행속도는 14~17km/h로 조사되었다.



<그림 3> 오전첨두시 가로교통량



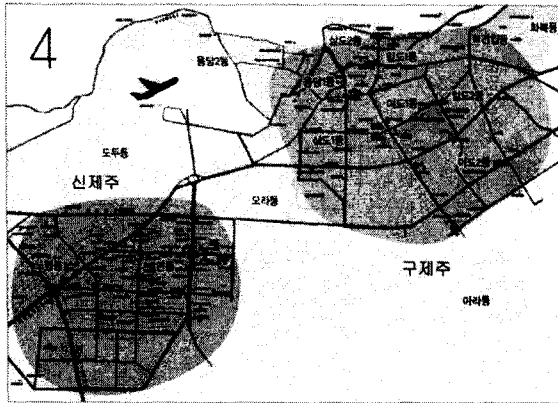
<그림 4> 오후첨두시 가로교통량

2. 관측구역 선정

관측구역을 선정하기 위해 상징성, 사회·경제지표(인구 및 자동차 등록대수), 교통현황, 도로 기하구조, 기존 ITS 장비 자료 활용성 등을 종합적으로 검토하였으며, 그 결과 구제주를 중심으로 하는 시가지와 주요간선도로축을 관측구역으로 선정하였다. 구제주는 교통량이 많아 자료 수집이나 관측이 용이하며, 기존 ITS 사

업이 추진된 구역으로 ITS 관측 정보를 활용한 실시간 교통관리가 가능하다는 장점을 지니고 있다.

관측 대상구역은 <그림 5>와 같으며, 구제주 및 주요 간선축이 지나가는 신제주의 노형동, 연동을 중심으로 사회·경제지표를 검토하였다. 노형동, 일도 2동, 연동에 인구가 밀집해 있으며, 자동차 등록대수도 높게 나타난다.



<그림 5> RFID를 이용한 관측구역의 설정

<표 2> 제주시 관측구역 동별 사회경제지표

| 제주시 | 행정동 | 인구수(명) | 자동차대수(대) |
|-----|------|---------|----------|
| 신제주 | 노형동 | 40,445 | 15,609 |
| | 연동 | 38,063 | 14,925 |
| | 계 | 78,508 | 30,534 |
| 구제주 | 건입동 | 11,161 | 3,640 |
| | 일도1동 | 3,847 | 1,080 |
| | 일도2동 | 38,565 | 12,877 |
| | 이도1동 | 7,474 | 2,457 |
| | 이도2동 | 25,853 | 9,712 |
| | 삼도1동 | 14,139 | 4,765 |
| | 삼도2동 | 8,892 | 2,602 |
| | 용담1동 | 8,952 | 2,822 |
| | 용담2동 | 14,524 | 6,645 |
| | 용담3동 | 2,698 | 967 |
| | 계 | 136,105 | 47,567 |

3. 관측구간 선정

1) 가로망 현황

관측구간은 구제주 시가지를 중심으로 하며, 남북축으로 서사로, 중앙로, 신산로, 가령로, 고마로 등이 지나고 있으며, 동서축으로 과덕로, 동문로, 삼성로, 서광로, 동광로, 연삼로 등이 지나고 있다.

<표 3> 관측구간 가로망 현황

| 구분 | 도로명 | 차로수 (왕복) | 연장 (km) | 제한속도 (km/h) |
|----------------|-----|-------------|------------|----------------|
| 관측 대상 구역 | 서광로 | 6 | 2.80 | 70 |
| | 동광로 | 6 | 2.05 | 70 |
| | 연삼로 | 6 | 10.00 | 70 |
| | 중앙로 | 4~6 | 1.86 | 30~70 |
| | 서사로 | 4 | 1.84 | 50 |
| | 고마로 | 4 | 0.75 | 60 |
| | 동문로 | 4~6 | 1.00 | 60~70 |

2) 교통량 조사

시범사업 구역 내의 중심 가로구간 및 유출입 구간의 교통량을 관측하기 위해 교통량 조사를 실시하였다. 교통량 조사는 스크린라인/코든라인 조사 및 구간 교통량, 유출입 교통량으로 분류되며, 각각에 대한 조사내용은 다음과 같다.

① 스크린라인/코든라인 조사

관측구간 외부 링크의 교통량을 조사하기 위한 것으로 코든/스크린라인과 일치하고, 접근이 용이하며, 조사원이 안전성이 확보되는 지점을 대상으로 조사지점의 유출입 차량을 조사하였다. 조사 시간대는 오전첨두시 07~09시, 비첨두시 12~14시, 오후첨두시 17~19시로 분류하여 조사하였다. 시간대별/차종별로 분류하여 조사하였으며, 건설교통부 도로교통량통계연보의 상시 교통량 조사지점은 제외하였다.

② 구간 교통량 조사

리더기 최적설치지점 산정에 필요한 링크 교통량 산정을 목적으로 하며, 통행실태조사를 통해 조사된 O/D와 함께 최적 리더기 설치지점 선정 시 활용될 것이다. 따라서 가구통행실태조사가 실시되는 조사기간에 실시함을 원칙으로 하며, 한국건설기술연구원에서 제시하는 교통량 조사 차량 분류기준을 따라 조사하였다.

③ 유출입 교통량 조사

조사구역 내의 세부 조사권역의 유출입 교통량을 조사하였으며, 조사 시간대는 오전첨두시 07~09시, 비첨두시 12~14시, 오후첨두시 17~

19시로 분류하였다.

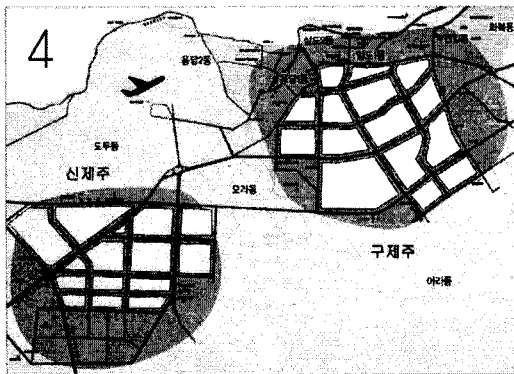
④ 조사결과

관측구간 가로구간 중 왕복 4차로 이상 도로를 기준으로 가로구간을 설정하였으며, 가로 교통량 조사 구간 23개소와 유출입 교통량 조사 구간 15개소에서 교통량을 조사하였다. 조사결과는 시간대별 총합계 교통량으로 정리하였으며, 그 결과 오후 침두시인 18~19시에 교통량이 가장 높게 나타났다.

3) 교통존 설정

기존의 교통존은 사회경제 자료를 용이하게 이용하기 위하여 행정동 위주로 구분하였으나, 본 연구에서는 교통존을 둘러싼 링크를 기준으로 블록 단위의 교통존을 제시하였다.

블록 교통존은 <그림 6>과 같이 왕복 4차로 도로를 기준으로 설정하였다. 이는 왕복 2차로 이하 도로에서는 세가로 유출입 교통량으로 인하여 교통존 간 유출입 통행량의 파악이 어려우며, 4차로 이하의 경우는 행정구역이 통 단위 이하인 경우가 대부분이라 사회·경제지표 자료의 확보가 어렵다는 점을 고려한 것이다.



<그림 6> 제주시 관측지역 교통존 설정

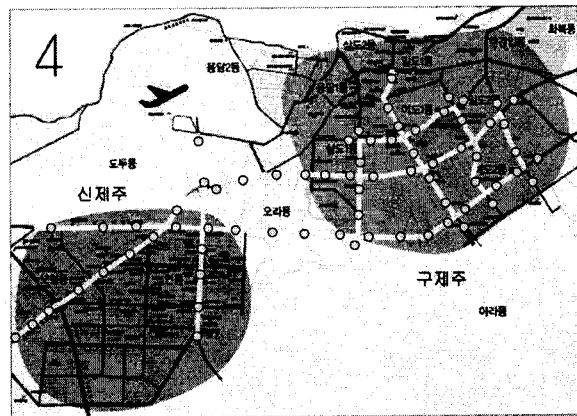
관측권역에 대한 리더기 및 태그 규모는 다음과 같이 설정하였다. 다음의 모집단의 수는 관측구역의 자동차 등록대수를 참조한 것으로 관측구역 내·외로 구분한 것은 관측구역 내의 리더기에서 관측되는 통행차량이 관측구역 내의 차량뿐만 아니라 구역 외의 차량도 통행하기 때문이다.

- 오차율(ϵ) : 30%로 설정
- 표본율 : 3.1%

- 신뢰계수(z) : 유의수준 80%로 가정
 - 모집단 수(N) : 관측구역 내 (약 2,098대)
+ 관측구역 외 (약 1,000대)
 - 교통존 쌍 개수(C) : 약 15개로 설정
- 관측구간은 주요 간선도로 축 및 ITS 장비 설치지점을 중심으로 설정하였으며, 태그가 부착된 프로브 차량은 약 2,000대, 전체 리더기는 약 140대로 추정하였다.
- 블록단위 리더기 : 약 54개 (27쌍)
 - 코든라인 리더기 : 약 28개 (14쌍)
 - 간선축 리더기 : 약 58개 (29쌍)

4. 최적 설치지점 선정

리더기 최적 설치지점은 3장에서 검토한 설치기준에 의해 선정되었다. 설치 대상구역은 관측구간인 구제주 시가지와 교통량이 밀집해 있는 연삼로, 서광로, 동광로, 중앙로 축을 중심으로 한다. 검지기 최적위치 선정 결과는 <그림 7>와 같으며, 제시된 지점에 대해서는 향후 현장설치여건 조사 및 시범운영 결과에 따라 일부 변경을 고려할 수 있다.



<그림 7> 검지기 최적위치 선정(안)

V. 결론 및 향후 연구과제

최근 화두가 되고 있는 유비쿼터스 환경을 구축하기 위한 교통정보 제공, 특히 RFID 리더기를 활용한 교통정보 수집체계를 위해서는 관측장비의 위치에 대한 연구가 필요하다.

RFID 리더기는 교통량, 속도, 통행시간, 실시간 O/D 등 다양한 교통정보를 종합적으로 수집하기 때문에 적절한 리더기의 배치는 자료의 정확성을 높이기 위한 필수 요소가 된다.

본 연구에서는 구체적인 RFID 리더기의 최적 설치지점 선정에 대해서는 면, 선, 지점을 선정하는 과정을 제시하였다. 즉 우선 관측구역을 선정하고 관측구역내 관측구간을 선정한 후 관측구간내에서 관측지점을 선정하였다.

관측구역 선정은 해당지역의 상징성, 인구 등 사회경제지표, 토지이용, 실시간교통관리 적용 필요여부 등을 검토하였다.

관측구간을 선정하기 위해 주요 링크를 경계로 하는 블록 단위의 교통존을 설정하였으며, 리더기의 설치 유형을 블록간의 통행을 예측하기 위한 블록 단위 리더기, 관측구역의 유출입 교통량을 파악하기 위한 코든 관측용 리더기, 주요 간선축의 통행을 파악하기 위한 간선축 리더기로 분류하여 설치하였다.

마지막으로 최종적인 설치지점을 선정하기 위해 기존의 각종 검지 시설물의 최적위치 선정기준을 검토하고, 이러한 기준을 RFID 리더기의 최적위치 선정기준에 적용하였다. 리더기는 속도 측정을 위해 쌍으로 설치하는 것을 원칙으로 하며, 도로 용량, 통행 특성, 리더기의 기능 및 성능, 주요 시설물 등을 종합적으로 고려하여 설치지점을 선정하였다.

본 연구에서는 기존의 차량검지기 선정기준 등과 새로운 관측위치 기준 등을 종합적으로 검토하여 RFID 리더기의 최적 설치지점 선정방법을 제시하였다. 이러한 연구는 RFID 외에도 노변에서의 실시간 관측시스템이 확대될 것으로 예상되는 미래 유비쿼터스 환경하에서 정확하고 효율적인 교통정보를 수집하기 위해서는 중요한 검토요소가 될 것이다.

향후 연구에서는 검지기 최적위치 선정 결과를 바탕으로 RFID 리더기를 제주시에 시범 설치하여 선정기준을 재검토할 예정이다. 또한 리더기 각 기능별 설치위치의 특성을 파악하고 이러한 기능별 관측위치의 특성분석을 통해 보다 상세한 리더기 관측위치를 제시할 예정이다.

참 고 문 헌

- 건설교통부, 교통조사지침, 2003
- 건설교통부, ITS 장비·시스템 성능평가 및 검·교정 체계구축연구, 2005
- 백승걸, 임강원, 이승재, 기종점 추정을 위한 최적 관측위치로서의 존 코든라인, 대한국토 및 도시 계획학회지, 1998
- 제주시 통계연보, 2005
- 한국건설기술연구원, 도로교통량조사업무 매뉴얼, 2006
- 한국건설기술연구원, 제주시 ITS 확장구축 사업설계, 2005
- 한국교통연구원, 기종점통행조사 매뉴얼, 2005
- 한국도로공사, ITS 구축·운영 편람, 2005
- Bruce Hellenga, Comparative assessment of AVI tag matching algorithms for estimating vehicle travel times, Transportation Research, 2001
- Yang H., Optimal traffic counting location for O/D estimation, Transportation Research, 1998