RFID 교통정보를 이용한 회전정보 예측방법

Estimation Method of Turing Information Using RFID Traffic Information

백 승 원
(연세대학교 도시공학과 석사과정)
김형진
(연세대학교 도시공학과 교수)

손 봉 수
(연세대학교 도시공학과 교수)

목 차

Ⅰ. 서론
1. 연구의 배경 및 목적
2. 문헌고찰
Ⅱ. 본론
1. RFID 시스템에서 수집가능한 정보
2. 회전정보 예측의 필요성과 RFID 네트워크의 문제점
3. 자료수집 및 자료분석
Ⅲ. 결론
참고문헌

Ⅰ. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

유비쿼터스(Ubquitous 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 상용자의 요구를 예측하고 필요한 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다.

최근 전 세계 주요 선진국가가 유비쿼터스(Ubiquitous) 사회를 선도하기 위해 IT 산업뿐만 아니라 교통, 환경, 행정, 유통·물류, 공항·항만관리 등 산업 전 분야에 걸쳐 유비쿼터스 사회의 구축을 서두르고 있다. 이에 따라 교통이용자들도 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 교통정보의 수집 및 제공의 중요성이 커지고 있으며, 이를 위한 핵심기술의 하나인 RFID 서비스 개발의 필요성이 대두되고 있다.

현재 국내에서는 2005년 건설교통부에서 발주하고 KT 컨소시엄에서 연구 중인 국가 교통 핵심 기술 개발: 유비쿼터스 환경의 차세대 국가 교통정보 수집체계 개발 및 시범사업이 진행되고 있으며, RFID 시스템의 정보를 이용해 이용자들에게 제공할 수 있는 서비스들을 연구중이다.

본 연구에서는 RFID 시스템에서 수집되는 제한된 정보를 바탕으로 기존의 동적 경로제공을 위한 알고리즘들이 RFID 시스템에 적용 가능한지를 판단하고, 기존 알고리즘을 적용할 수 없을 경우 기존 알고리즘을 사용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 문헌고찰

1) 동적 통행배정모형의 구성요소

실시간 교통상황을 진단하고 교통혼잡 및 교통사고의 감소 그리고 운전자들이 원하는 목적지까지 최적경로를 안내하기 위하여 지능형 교통

체계의 개발이 집중되고 있다. 이는 적절한 교통관리전략을 통하여 교통량을 시간적·공간적으로 분산시키려는 것으로, 이들 전략들을 평가할 수 있는 도구가 필요한데, 이의 핵심이 동적 통행배정모형이다. 그래서 본 장에서는 동정 통행배정의 기본적인 내용들을 중심적으로 고찰하고 필요한 Input Data들을 분석하였다.

(1) 제약조건(Network flow constrains)

동적 통행배정모형은 정적 통행배정모형에 비해 시간을 추가로 고려하기 때문에 교통류 동태(dynamic behavior)에 대한 제약식들이 추가로 고려되어야 한다. 동적 통행배정모형에서 일반적으로 고려되는 제약식으로는 상태방정식, 교통류 전파제약, FIFO 제약, 링크용량제약, 교통류 보존제약, 비음제약, 정의제약(definitional constraints) 등이 있다.

① 상태방정식

상태방정식은 일반적으로 유입교통량을 제어변수(control variable)로, 링크 교통량과 유출교통량을 상태변수(state variable)로 사용한다. 본 연구에서는 상태변수인 링크 교통량에 대한 상태방정식을 주행구간과 대기구간으로 구분하여 다음과 같이 이산형으로 표현한다.

$$x_{ap}^{rs}(t)=x_{ap}^{rs}(t-1)+u_{ap}^{rs}(t)-v_{ap}^{rs}(t-1)$$

여기서, $u_{ap}^{rs}(t), v_{ap}^{rs}(t), x_{ap}^{rs}(t)$는 t시점에서 기종점 rs간 경로 p의 링크 a에 속한 주행구간에 유입하는 교통량, 유출하는 교통량 그리고 링크상 존재하는 교통량을 각각 나타낸다.

② 교통량 전파조건(flow propagation constraints)

교통류 전파제약식은 링크내에서 특정 시간대 유입된 교통류와 통행시간, 유출교통량간의 관계를 정의하는 제약식으로 다음과 같이 표현된다.

$$u_{ap}^{rs}(t)=v_{ap}^{rs}(t+\tau_a(t)) \quad \forall\ a,p,r,s$$

여기서, $\tau_a(t)$는 t시점에 유입한 차량이 링크 주행구간을 통행하는 통행시간을 나타내다. 이들 교통류 전파조건은 단순히 각 시간대별로 유입된 교통류는 자신이 유입된 시간대의 링크 통행시간이 지난 뒤 유출한다는 조건을 의미하는 것일 뿐 FIFO 조건을 보장할 수 있는 것은 아니다.

③ 입-선출조건(first-in-first-out constraints)

선입선출제약조건(FIFO조건)은 실제 교통망상에서 엄밀히 지켜지지 않으며, 수학적 구성식에서 실행가능영역을 비볼록하게 만드는 성질이 있다. 따라서, Carey(1992)는 FIFO 조건을 명시적으로 부과하지 않고 문제를 푼 뒤 결과를 해석하는 과정에서 FIFO 조건을 검토하는 것이 바람직할 수도 있음을 밝힌 바 있다. 그러나 합리적인 교통류의 진행을 위해서는 FIFO조건이 필요하기 때문에 일반적으로 이를 제약조건에 포함시키고 있다. 본 연구에서는 Ran et al(1996)이 제시한 다음과 같은 FIFO 조건을 적용한다.

$$\dot{\tau}_a(t) > -1$$

여기서, $\dot{\tau}_a(t)$는 시점 t에서 링크 a'를 통행하는 통행시간의 미분값(Derivative)이다.

④ 링크용량제약(link capacity constraints)

동적 통행배정모형에서 링크의 용량은 정적 통행배정모형에서의 개념과는 차이를 갖는다. 일반적으로 정적 통행배정모형의 경우 각 링크에 존재가능한 최대교통량 또는 적정교통량의 개념으로 정의되지만, 일반적인 동적 모형의 경우 링크의 용량이란 링크에 존재가능한 최대차량수(maximum number of vehcles on a link)와 분석시간간격 동안 링크에서 유출가능한 최대차량수(maximum number exit flow from link)로 구분할 수 있다.

- 링크에 존재가능한 최대차량수

l_a를 링크a의 길이라 하고, $k_{a,jam}(t)$를 시간t, 링크 a의 최대밀도라 가정하면, 이 경우 시간t에 링크 a에 존재가능한 최대차량의 대수는 다음과 같다.

$$x_a(t) \le l_a \cdot k_{a,jam}(t) \quad \forall a,t$$

- 링크에서 유출가능한 최대차량수

링크의 최대유출 대수는 유출용량이 제어되는 신호교차로에서의 용량과 도로의 물리적 특성에 의해 제약되는 용량이 있다. 물론 이 두 가

지의 경우 모두 단일한 제약식으로 구성가능하며, 그 형태는 다음과 같다.

$$v_a(t) \le v_{a,\max}(t) \quad \forall a,t$$

여기서 $v_{a,\max}(t)$는 전방링크의 여유용량을 고려하거나 녹색시간비율을 고려해 결정할 수 있다. 그러나 최대유출교통량을 가변적으로 설정할 경우 목적함수가 비볼록해질 수 있기 때문에 고정상수로 고려하는 것이 일반적이다.

⑤ 기타 조건들(other constrains on DTA model)

1. 교통량 보존조건(flow conservation constraints)

$$f^{rs}(t) = \sum_{a \in A(r)} \sum_{P} u_{ap}^{rs}(t) \forall r,s$$

$$\sum_{a \in B(r)} v_{ap}^{rs}(t) = \sum_{a \in A(r)} u_{ap}^{rs}(t) \quad \forall a,p,r,s : j \neq r,s$$

2. 비음조건(nonnegativity constraints)

$$x_{ap}^{rs}(t) \ge 0,\ u_{ap}^{rs}(t) \ge 0,\ v_{ap}^{rs}(t),\ \ge 0,\ f_p^{rs} \quad \forall a,p,r,s$$

3. 정의적 조건(definitional constraints)

$$\sum_{rsp} u_{ap}^{rs}(t) = u_a(t), \qquad \sum_{rsp} v_{ap}^{rs}(t) = v_a(t), \qquad \sum_{rsp} x_{ap}^{rs}(t) = x_a(t)$$

$$\forall a$$

2) 동적 통행배정을 위한 비용함수

동적 통행배정모형에서 사용되는 통행비용함수는 크게 전체 링크를 통행하는 교통량을 고려하는 함수(whole link travel time function)와 대기차량만을 고려하는 함수(queue delay function)로 나눌 수 있다. 전체링크 통행비용함수(Whole link function)는 정적 통행배정에서 사용되는 통행시간 함수를 기반으로 개발되었기 때문에, 전체 링크의 교통류 상태가 동질적인 상태 즉, steady state를 가정한다. 가장 대표적인 함수형태는 Jayakrishinan 등(1995)이 제안한 수정된 Greenshield 함수가 있다. 전체링크함수에는 이 밖에도 BPR식을 동적으로 확장한 형태, Webster식을 동적으로 확장한 형태, 단순한 지수식 형태 등이 사용되어 왔다(Ran 등, 1996; Ran 등, 1997; Chen, 1999).

그러나 전체 링크함수를 동적 통행배정에 이용할 경우, 동적 통행배정 모형의 제약식들을 효과적으로 만족시키기 어렵다. 예를 들어 현재까지 제시된 식들은 대부분 유입교통량이나 링크 교통량에 대해 지수식의 형태를 갖기 때문에, 교통량이 일정 크기 이상 변화할 경우 비용함수에 의해 도출되는 통행시간이 FIFO 조건에 위배되는 경우가 발생한다. 이 밖에도 전체 링크함수로 링크의 동질성(homogeneity) 조건을 만족시키려면 각 링크와 분석시간을 최대한 작게 분할하여야 하기 때문에 실제 교통망에 적용하기에는 한계가 있다.

이러한 문제점 때문에 일부 연구자들은 전체 링크의 교통량에 대한 통행시간 함수 대신에 대기행렬 차량들만을 이용해 링크 지체시간을 계산하는 대기행렬 지체함수를 제안하였다(Drissi 등, 1992; Kuwahara · Akamatsu,1997; Akamatsu, 2000; Li Jun 등, 2000). 대기행렬 지체함수는 PQ 이론을 이용하는 동적 통행배정 모형에서 주로 사용되는 통행시간 함수이다. PA 이론에서는 링크상에서는 지체를 경험하지 않고 링크 유출부에서만 대기행렬에 의한 지체를 겪는다고 가정한다. 이 경우 대기행렬 지체함수는 다음과 같이 표현된다(Li Jun 등, 2000).

$$\tau_a(t) = t_a + d_a(t)$$

$$\forall a \in A$$

$$d_a(t) = \frac{q_a(t)}{v_{a,\max}}$$

$$\forall a \in A$$

첫 번째 식에서 $\tau_a(t)$는 시점 t에서 링크 a의 통행시간을 나타내며, t_a는 링크 a를 자유교통류 속도로 통행할 때의 통행시간을, $d_a(t)$는 차량지체로 인한 대기시간을 의미한다. 두 번째 식의 $q_a(t)$는 시점 t에서 링크 a의 대기행렬에 속하는 총 차량대수를 의미하고, $v_{a,\max}$는 링크 a의 최대 유출교통량을 나타낸다. $q_a(t)$의 경우 t_a가 고정값(fixed value)이기 때문에 링크 유입교통량 $u_a(t)$가 알려진 경우 쉽게 계산이 가능하다.

대기행렬 지체함수가 동적 통행배정문제에서 갖는 장점은 통행시간 함수가 갖추어야할 조건을 만족시키는 것이 비교적 간단하다는 점이다.

즉, 통행비용중 t_a 가 고정되어 있기 때문에 혼잡에 대해 통행시간이 증가하는 폭이 작고, 링크 길이와는 관계없이 합리적인 통행시간을 계산할 수 있다. 또, 전통적인 대기행렬이론을 이용하기 때문에 FIFO조건을 쉽게 만족시킬 수 있다.

그러나 여기서, 유의해야 할 점은 이런 모든 문제를 고려한 동적 통행비용함수라도 기본적으로 유일해(unique solution)를 도출하기는 어렵다는 사실이다. 이는 동적 통행시간함수의 경우 제어변수는 유입교통량 $u_a(t)$ 이지만 비용함수 자체는 상태 방정식에 의해 이전 시간대의 교통량과 유출교통량의 영향을 받게 되어, 동적 통행시간함수는 비가분 형태가 되며, Sheffi(1985)에 의해 제시된 통행배정 모형이 유일해를 갖기 위한 조건들을 만족시키지 못하기 때문이다. 이런 문제는 전체 링크함수나 대기행렬 지체함수 모두에서 나타나는 것으로, 이들 함수를 사용할 경우 유일해를 보장하기 어렵게 된다.

3) 기존 동적 통행배정 모형 고찰

전통적인 교통망 평형모형들은 장기 교통계획을 위해 개발되었다. 따라서, 이러한 모형들은 교통문제를 실시간으로 처리할 수 있는 능력이 부족해 동적인 경로안내시스템등을 평가하고 분석하는 데는 적합하지 않다. 때문에 현재까지도 동적 통행배정모형들에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 여기서는 기존 동적 통행배정 모형들을 고찰하고 기존 동적 통행배정을 위한 Input Data를 조사하였다.

(1) 동적 사용자 균형모형

동적 사용자 균형모형에는 동적 동등 최소화모형과 최적제어모형등이 있다. 동적 동등 최소화모형은 정적 통행배정모형을 동적으로 확장한 모형식이 여러 사람들에 의해 제시되었다. 동적 사용자 균형모형은 기존 정적 통행배정모형을 동적으로 확장한 모형식으로 사용자 균형보다는 체계최적상태를 구현하는 문제로 개발되었다. 하지만 동등 최소화문제는 동적 사용자 균형상태를 정확히 표현하지 못하였다(Lin 등, 2000).

최적제어모형은 최적제어이론을 이용하여 동적 통행배정모형을 구현한 것으로 Friesz 등(1989) Wie 등(1990) Ran 등(1993,1994)의 연구가 있었다.

동적 사용자 균형모형에서 Route Choice를 위해 사용되는 Input data는 교통량, 통행시간, O-D data, 정적 네트워크 데이터가 있다.

(2) 확률적 동적 사용자 균형모형

확률적 동적 모형은 통행자의 인지오차(perceived error)를 모형 내에 고려하기 위한 노력이다. 확률적 동적 사용자 균형모형도 크게 두 가지로 구성할 수 있는데 전통적인 동등 수리최소화문제와 변동부등문제가 그것이다. 확률적 동적 사용자 균형의 정의는 각 시간대별로 통행자는 자신의 경로를 임의로 변경하여 자신의 인지통행비용을 감소시킬 수 없는 상태를 말한다.

확률적 동적 사용자 균형모형에서 Route Choice를 위해 사용되는 Input data는 교통량, 통행시간, O-D data 정적 네트워크 데이터, 경로선택 확률이 있다.

(3) 동적 시뮬레이션 통행배정모형

동적 시뮬레이션 통행배정모형은 좀더 현실적인 통행비용을 추정하기 위해 차량들의 움직임을 시뮬레이션으로 세밀히 표현하고, 이를 통하여 구해진 통행비용으로 교통량을 동적으로 배정하는 모형이다.

동적 시뮬레이션 통행배정모형에서 Route Choice를 위해 사용되는 Input data는 정적 네트워크 데이터, 통행시간, O-D data, 검지된 차량수, 경로선택 확률, 사회경제지표가 있다.

(4) 기존 동적 통행배정에서 Route Choice를 위한 Input data

기존에 연구되었던 동적 통행배정에서 Route Choice를 위해 사용되는 Input data를 정적 데이터와 동적 데이터로 구분하여 정리하면 다음 표와 같다.

<표1> 기존 동적 통행배정 모형들의 Input data

	정적 사용자 균형모형	확률적 동적 사용자 균형모형	동적 시뮬레이션 통행배정모형
정적 데이터	• O-D • 노드, 링크 속성데이터	• O-D • 노드, 링크 속성데이터 • 인지오차확률	• O-D • 노드, 링크 속성데이터 • 인지오차확률
동적 데이터	• 통행시간 • 링크 존재 교통량 • 링크 유·출입 교통량	• 통행시간 • 링크 존재 교통량 • 링크 유·출입 교통량	• 통행시간 • 링크 존재 교통량 • 링크 유·출입 교통량 • Sensor counts

여기서 정적 데이터의 정의는 시간의 흐름에 관계없이 일정한 데이터이고, 동적 데이터의 정의는 시간의 흐름에 따라 변하는 데이터이다.

II. 본론

1. RIFD 시스템에서 수집 가능한 정보

RFID를 이용한 교통정보수집체계는 원시자료와 가공자료로 구분할 수 있다. 원시자료는 RFID 태그에 기록된 다양한 정보를 리더기에서 수집하게 되며, 리더와 태그간 통신시간을 통해 통과위치 및 지점을 파악할 수 있다.

교통관리전략에 따라 태그에 필요정보를 기록 및 수정할 수 있는 장점을 이용하여 기존 검지체계보다 진보된 교통수집체계를 구축하여 다양한 교통정보를 가공할 수 있다. 즉, 해당 링크 및 네트워크의 교통류 특성을 분석하고 차량의 이동패턴을 연구하기 위한 교통정보를 생성할 수 있다.

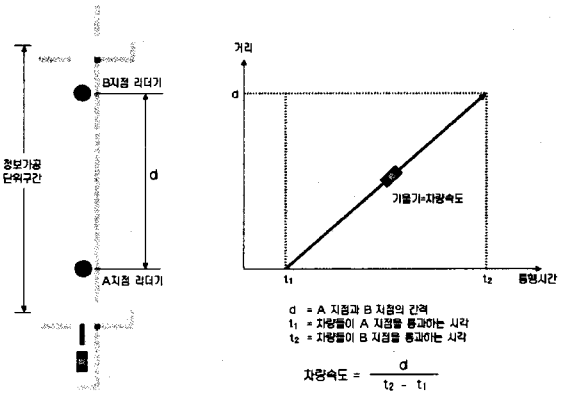
1) 원시자료

원시자료는 링크별로 설치된 리더기를 통해 수집되며, 태그가 부착된 차량이 리더기가 설치된 링크를 지나면 태그에 등록되어 있는 정보를 인식하여 차량의 시공간적 교통정보를 생성하게 된다. RFID에서 수집되는 원시자료는 ID, 통과시각, 통과지점이다.

2) 가공자료

리더기를 통과하는 차량에 대해 각각의 지점 통과시각을 이용하여 해당 링크의 통행시간을 산출할 수 있다. 또한 링크 상에 설치된 리더기 사이의 거리와 산출된 통행시간을 이용하여 단일차량의 구간 운행속도를 산출할 수 있다. 구간 운행속도를 산출하는 방법은 다음 그림과 같다.

<그림 1> 구간운행속도 산정방법



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.

그 외의 수집 가능한 정보들을 포함하여 정적 데이터와 동적 데이터로 구분하면 다음 표와 같다.

<표 2> RFID 시스템에서 수집 가능한 정보

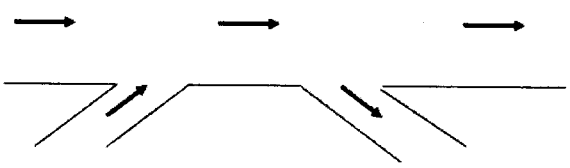
	RFID에서 수집 가능한 정보
정적 데이터	O-D data, 노드, 링크의 속성 정보(도로명, 도로폭, 도로구간길이, 전체 차로수, 신호등 유무, 제한 최저/고속도, 링크 용량 등), 회전제한, 신호현시 등
동적 데이터	통행시간, 운행속도, 교통량

2. 회전정보 예측의 필요성과 RFID 네트워크의 문제점

교통류에 따라 도로를 크게 2가지로 구분을

하면 신호에 의해 교통류가 통제되는 단속류와 그렇지 않은 연속류로 나눌 수 있다. 연속류의 경우 교통류에 영향을 주는 외부적 요인이 적다.

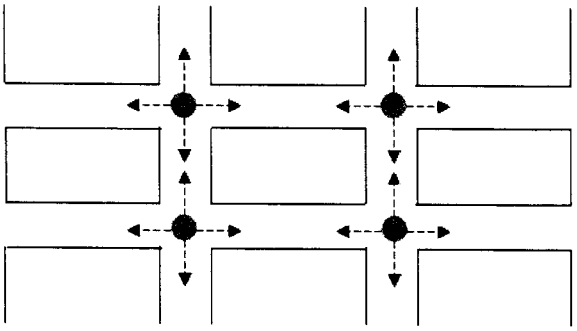
<그림 2> 구간운행속도 산정방법



위의 그림과 같이 연속류 도로의 경우 차량의 유·출입은 램프를 통하여서만 이루어지므로 기본구간의 경우 상류부의 검지기를 통하여 수집된 정보가 하류부의 검지기에 거의 유사하게 수집되므로 비교적 쉬운 방법으로 교통상황 예측이 가능하다.

하지만 다음 그림과 같이 단속류의 경우 차량의 유·출입이 연속류에 비하여 자유로우며, 교차로 지점에서 좌회전 및 우회전 등 회전교통량이 발생하므로 교통상황 예측에 있어서 어려움이 발생한다.

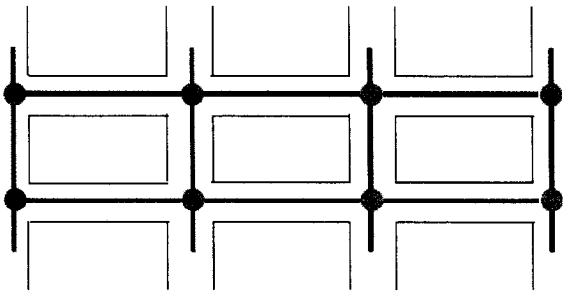
<그림 3> 단속류 도로의 특징



이러한 문제점을 해결하기 위하여 회전교통량을 예측하는데 있어서 확률적 방법으로 접근하였다.

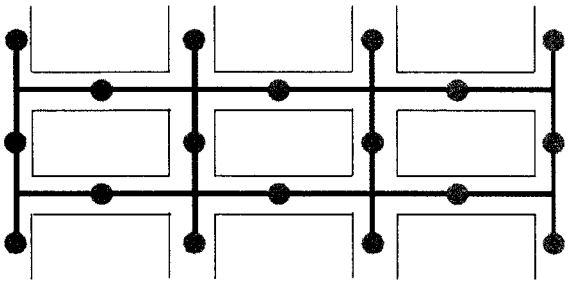
일반적으로 교통망(traffic network)는 점들의 집합과 이 점(node)들을 연결하는 선분(link)의 집합으로 표현한다. 현재 교통에서 도시가로망을 표현할 경우 교차로를 노드로 표현하고 노드들을 연결하는 링크로 표현하게 된다. 이런 노드와 링크의 집합을 물리 네트워크라 하고 다음 그림과 같이 표현한다.

<그림 4> 물리 네트워크



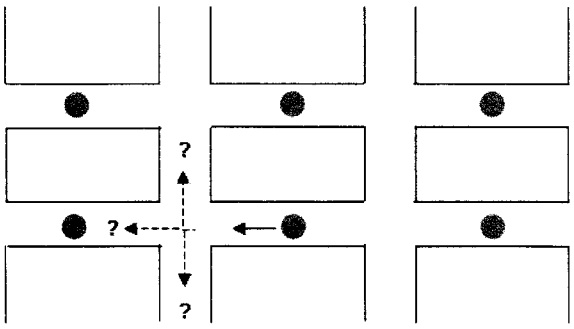
단속류에서 동적 통행배정을 하기 위해서는 위의 그림에서 교차로지점(node)의 유·출입 교통량 데이터와 2개의 교차로를 잇는 링크상의 교통량 산정이 필요하고, 산정된 교통량을 통해 교통상황(속도, 통행시간)을 추정하여 링크별 교통수요를 배정해야 한다.
하지만 현재 RFJD에서는 RFID리더기의 특성 때문에 교차로에 리더기를 설치할 수 없어 기존의 물리 네트워크와는 달리 링크의 중간에 노드가 존재한다. 이를 논리 네트워크라 하고 다음 그림과 같이 구성된다.

<그림 5> RFID 논리 네트워크



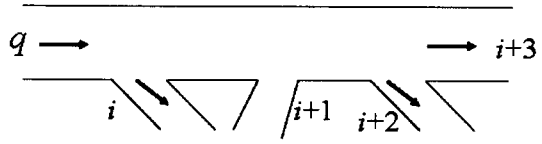
이러한 RFID 시스템 네트워크 특징으로 인해 다음 그림과 같이 RFID의 데이터는 링크 중간에서 수집이되고 교차로부분(물리네트워크의 node)의 정보는 수집이 불가능하다.

<그림 6> RFID 논리 네트워크의 문제점



때문에 교차로에서의 방향별 교통수요의 예측이 필요하다. 예측 방법은 Hauer-Shin 방법을 이용하였다. Hauer-Shin의 유출교통량 예측방법은 다음과 같다.

<그림 7> Hauer-Shin Approach



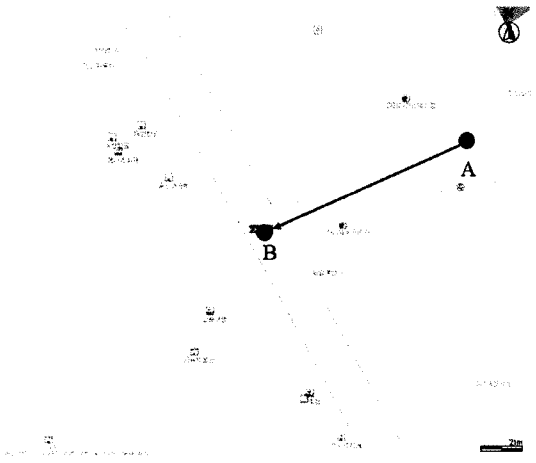
q는 유입교통량을 나타내고 i, i+2, i+3은 유출교통량을 나타낸다. 여기서의 핵심가정은 같은 시간대의 유출교통량을 유입된 교통량이 각각의 유출경로로 유출되는 교통량비율로 계산한다. 예를 들어 q가 100일 때 유출되는 교통량 비율이 다음과 같다고 가정한다. i에서 유출되는 교통량 비율은 10, i+2에서 유출되는 교통량 비율은 20, i+3에서 유출되는 교통량 비율이 70라면, 실제 q의 유입교통량이 200대라고 했을 때 i, $i+2$, $i+3$에서 빠져나가는 실제 유출교통량은 각각 20대, 40대, 140대가 된다.
즉, 유입되는 교통량은 각 유출 지역에서 유출되는 교통량의 비율대로 배분하여 유출교통량을 예측할 수 있다.

3. 자료수집 및 자료분석

1) 자료수집
본 연구에서 수집한 데이터는 현제 RFID 시스템이 설치되어 있는 제주도의 KAL 4거리에서 수집하였고, 수집기간은 7월 13일에 16:55~17:55분까지 1시간 데이터를 이용하였다.

(1) 자료수집 지역
본 논문에서 사용한 데이터는 현재 제주도에 RFID 시스템이 시범 설치 되어있어 RFID 정보수집이 가능한 사이트에서 수집하였다. 선정된 지점은 제주도의 KAL 사거리로 A지점(리더기 설치지점)과 B지점(교차로)의 거리는 140m이고, 조사 대상 차량은 A지점을 통과하여 B지점의 교차로에서 직진 및 좌·우로 회전하는 차량들을 조사하였다.

<그림 8> 자료수집 지역



(2) 자료수집 방법
자료수집의 대상차량은 현재 RFID 센서를 설치한 차량이 제주도의 일부 차량에만 설치되어 있고, 외관상 차량의 RFID 센서 설치 유·무를 판단할 수 없기 때문에 표본차량을 설정 했다. 표본 차량은 택시와 경차를 제외한 승용차로 결정하였고, 수집방법은 A지점의 RFID 리더기가 설치되어 있는 지점에서 표본 차량의 통과시각과 차량번호을 조사하고 B지점의 교차로 통과시 각 회전 방향에 따라 표본 차량의 통과시각과 차량번호을 조사하였다. 또 실제 통과차량수를 조사하기 위해 캠코더를 이용하였다.

2) 자료분석
자료의 분석은 조사된 데이터를 바탕으로 Hauer-Shin의 예측 방법을 이용하였다. 우선 15분 단위의 표본 교통량을 통해 각 방향의 회전 교통량 비율을 구하였다. 그리고 A지점에서 유입되는 15분 단위의 실제 데이터를 표본 교통량의 회전 교통량 비율로 예측하고, 실제 방향별 교통량과 비교 하였다. 또 유의성 검증을 위해 다음과 같은 귀무가설을 세우고 Chi-square Test를 하였다.
귀무가설 H_0 : 실측 교통량의 방향별 교통량 비율은 표본차량의 방향별 교통량비율과 일치한다.
귀무가설 H_1 : 실측 교통량의 방향별 교통량 비율은 표본차량의 방향별 교통량비율과 일치하지 않는다.

<표 3> 16:55~17:10 사이의 표본교통량과 실측 교통량

16:55~17:10	검지된 표본 교통량	표본차량의 방향별 교통량비율	실측 교통량
직진 차량	33	63.5%	106
좌회전 차량	8	15.4%	38
우회전 차량	12	21.2%	46

Chi-square Test 결과 적합도를 나타내고 있는 x^2 통계량 값은 5.207이고 이의 확률값이 0.074로 나왔다. x^2 통계량의 근사유의확률 0.074>0.05 이므로 귀무가설은 채택되어 실측 차량의 방향별 교통량 비율은 표본차량의 방향별 교통량비율과 일치한다고 볼 수 있다.

<표 4> 17:11~17:25 사이의 표본교통량과 실측 교통량

17:11~17:25	검지된 표본 교통량	표본차량의 방향별 교통량비율	실측 교통량
직진 차량	27	61.4%	96
좌회전 차량	9	20.5%	37
우회전 차량	8	18.2%	43

Chi-square Test 결과 적합도를 나타내고 있는 x^2 통계량 값은 5.131이고 이의 확률값이 0.077로 나왔다. x^2 통계량의 근사유의확률 0.077>0.05 이므로 귀무가설은 채택되어 실측 차량의 방향별 교통량 비율은 표본차량의 방향별 교통량비율과 일치한다고 볼 수 있다.

<표 5> 17:26~17:40 사이의 표본교통량과 실측 교통량

17:26~17:40	검지된 샘플 차량수	샘플차량의 방향별 교통량비율	실측 교통량
직진 차량	30	65.2%	89
좌회전 차량	7	15.2%	23
우회전 차량	9	19.6%	33

Chi-square Test 결과 적합도를 나타내고 있는 x^2 통계량 값은 1.105이고 이의 확률값이 0.576로 나왔다. x^2 통계량의 근사유의확률 0.576>0.05 이므로 귀무가설은 채택되어 실측 차량의 방향별 교통량 비율은 샘플차량의 방향별 교통량비율과 일치한다고 볼 수 있다.

III. 결론

본 연구에서는 동정 통행배정의 기본적인 내용들을 고찰하여 동적 경로안내를 위해 필요한 Input Data들을 분석하였고, 현재 RFID에서 수집되는 교통정보들을 바탕으로 기존의 동적 경로안내를 위한 알고리즘이 RFID 시스템에 적용 가능한지 판단하였다.

하지만 현재 RFID 시스템에서의 교통정보는 링크의 중앙에서 수집되기 때문에 교차로에서 교통량 정보가 수집되지 않는다. 때문에 링크 중간에서 수집되는 정보로 교차로에서의 교통량을 예측이 필요하다.

본 연구에서는 현재 RFID 시스템이 구축되어 있는 지역에서 데이터를 수집하고 '실측 교통량의 방향별 교통량 비율은 표본차량의 방향별 교통량비율과 일치한다.'라는 가정을 세워 Chi-square Test를 하였다. Test 결과 표본 교통량에 방향별 유출 교통량 비율로 실제 방향별 교통량도 유출했다.

본 연구에서 제시한 방법으로 링크 중간에서 수집되는 교통량을 통해 교차로에서의 방향별 교통량을 예측할 수 있으며, 이를 통해 현재 RFID 시스템에서의 정보만으로도 기존의 동적 경로안내의 알고리즘들의 목적함수 산정이 가능할 것으로 판단된다.

또한 RFID 시스템에서 제공되는 다른 응용서비스들 중 교차로 지점의 교통량이 필요한 서비스들에도 이용할 수 있을 것으로 판단되며, RFID 시스템으로 더욱 많은 응용서비스를 할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 강병서, 김계수(2005), "사회과학 통계분석", 데이터솔루션.
2. 김현명, 임용택, 백승걸(2006), "시뮬레이션 부하기법을 이용한 경로기반 동적 통행배정의 개발", 대한교통학회지. 제19권 제3호, pp. 1-13
3. 백승걸, 정소영(2007), "RFID 리더기 최적

설치지점 선정 연구", 대한교통학회. 춘계학술발표회 논문지. pp. 504-513
4. 임강원, 임용택(2003), "교통망분석론", 서울대출판부.
5. 유비쿼터스 환경의 차세대 국가교통정보 수집체계 개발 및 시범사업(국가 R&D) 연구최종보고서(2006), KT 컨소시엄
6. Akamatsu T. (2000) "A Dynamic Traffic Equilibrium Assignment Paradox", Transportation Research B.
7. Astarita, V. (1996),"A Continuous Time Link Model for Dynamic Network Loading Based on Travel Time Function", Transportation and Traffic Theory. Proceedings of the 13th ISTTT, Pergamon, pp.80-102
8. Bongsoo Son(1996), "A Study of G.F. Newell's 'Simplified Theory of Kinematic Waves in Highway Traffic'", University of Toronto.
9. Carey, M(1986), "A Constant Qualification for Dynamic Traffic Assignment Model", Transportation Research 34B, pp. 55-58
10. Chen, H.K(1999), "Dynamic Travel Choice Models", Springer.
11. Drissi-Kaitouni Omar, Hameda-Benchekroun Abdelhamid (1992), "A Dynamic Traffic Assignment Model and a Solution Algorithm", Transportation Science. 26.
12. Jayakrishnan, R., Wei, K. Tsai, A. Chen(1995). "A Dynamic Traffic Assignment Model with Traffic-flow Relationship", Transportation Research 3C(1). pp.51-72
13. Kuwahara M., Akamatsu T. (1997) Decomposition of the reactive dynamic assignmentswith queues for a many-to-many origin destination pattern, Transportation Research. 31B
14. Li Jun, Okitsugu Fujiwara, Shogo Kawakami, (2000) A Reactive Dynamic User Equilibrium Model in Network with Queues, Transportation Research. B,
15. Ran B., Boyce D. E. (1996), "Modeling dynamic transportation networks", Springer.
16. Ran B., Rouphail N. M., Tarko A., Boyce D. E (1997) Toward a class of link travel time functions for dynamic assignment models on signalized networks, Transportation Research. B,
17. Sheffi Y (1985) Urban transportation networks, MIT press
18. Wie B.W.,Friesz T.L. and Tobin R.L.(1990) Dynamic user optimal traffic assignment on congested multidestination networks, Transportation Research, 24B, 431-442