

RFID 기반의 고속도로 교통류 특성요소 측정방법 개발¹⁾

A Development of measuring Freeway Traffic Flow Characteristics based on RFID

정연정 (서울대학교, 지구환경시스템공학부, 석박사통합과정, iskra3138@gmail.com)	박신형 (서울대학교, 지구환경시스템공학부, 석박사통합과정, shpark76@snu.ac.kr)	김창호 (서울대학교, 공학연구소, 객원연구원, tjohnkim@uiuc.edu)	박창호 (서울대학교, 지구환경시스템공학부, 교수, parkch@snu.ac.kr)
--	---	---	--

목 차

I. 서론	1. 교통류의 특성
1. 연구의 배경	2. 기존의 교통류의 특성요소 측정 방법
2. 연구의 목적	3. RFID 기반의 고속도로 교통류 관리 시스템
3. 선행 연구 고찰	III. 결론
II. 본론	참고문헌

I. 서론

1. 연구의 배경

우리나라의 경우 도로의 증가가 차량의 증가를 따라가지 못하여, 매년 교통 혼잡 비용이 커지고 있다. 2004년 고속도로의 교통혼잡 비용은 약 2조 591억 원에 이르고 있다.²⁾ 고속도로는 다른 도로와 달리 국가 물류와 인적 흐름의 중심이 되는 시설로서, 원활한 흐름이 이루어져야만 하므로, 도로 상태를 실시간으로 정확히 파악하고, 관리하는 기술이 필요하다.

이를 위해서는 고속도로의 교통류 상태를 파악하여야 하는데, 현재는 Presence-type 차량 검지기를 통해 얻어진 데이터를 이용하고 있다. 하지만, 이는 차량의 연속적인 정보가 아니라 한 지점에서 얻어지는 정보로 고속도로 전반의 교통상태를 파악하기에는 한계가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 바로 RFID기술을 응용할 수 있다.

2. 연구의 목적

본 논문에서는 차량의 RFID Tag가 도로상의 리더기에 100% 인식될 수 있다는 가정하에 고속도로 교통류의 효과적인 관리를 위하여, 교통류의 특성 및 기존의 측정 방법에 대하여 알아보고, RFID를 이용하여 어떻게 교통류 특성요소를 실시간으로 측정할 수 있으며, 어떠한 장점들이 있는 지에 대하여 알아본다.

3. 선행 연구 고찰

RFID를 기반으로 교통류에 대한 정보를 얻는 기술은 국외에서는 아직 개발된 바가 없다. 현재 국내에서는 2005년 건설교통부에서 발주하고 KT 컨소시엄에서 연구 중인 국가 교통 핵심 기술 개발: 유비쿼터스 환경의 차세대 국가 교통정보 수집체계 개발 및 시범사업이 있다. 차량에 부착된 RFID Tag와 도로에 설치된 리더기를 통하여 차량의 통과시간 통과지점 등을 파악하여 교통정보를 수집하는 시스템을 개발하는 것이다. 하지만 이는 도로를 주행하는 전체 차량이 아닌 자발적으로 Tag를 부착한 차량만을 대상으로 하기 때문에 정확한 교통류 특성요소를 얻을 수 없으며 개인정보 유출 가능성도 포함하고 있다.

1) 이 연구는 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국 학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2006-511-D00084)
2) 한국교통연구원 『2005 연구성과 발표회』

II. 본 론

1 교통류의 특성

교통류(Traffic Flow)란 여러 교통 시설에서 차량/사람/화물의 흐름을 뜻한다. 이러한 교통류의 특징을 나타내는 요소로서 교통량, 속도, 밀도가 있으며, 이러한 값들을 바탕으로 교통시설의 운영 상태를 파악하고, 관리한다. May(1990)에 의하면 교통류의 특성요소를 [표 1]과 같이 구분하며, 그 내용은 아래와 같다.

[표 1] 교통류의 특성 요소

교통류 특성요소	미시적 특성요소 (개별 차량)	거시적 특성요소 (여러 차량)
교통량 (Volume)	차두시간 (Time Headway)	교통량 (Traffic Flow)
속도 (Speed)	개별차량속도	시간평균속도 공간평균속도
밀도 (Density)	차두거리	밀도

- 1) 차두시간 : 연속된 두 차량이 동일한 지점을 통과한 시간의 차이(점유시간 + 차간시간)로서 안전, 서비스수준(LOS), 운전자 행태, 용량 등에 영향을 주는 지표
- 2) 교통량 : 일정한 시간 동안에 도로상의 한 점을 통과하는 차량 수(평균차두시간과 반비례)로서 교통체계상에서 운행하는 교통부하와 이러한 교통부하 사이의 상호관계를 나타내는 지표
- 3) 개별차량속도 : 개별 차량의 순간속도
- 4) 시간 평균 속도 : 일정한 시간동안 한 점에서 측정된 속도들의 산술평균
- 5) 공간 평균 속도 : 일정한 구간에서 한 순간 측정된 속도들의 산술평균
- 6) 차두거리 : 연속된 두 차량에서 앞차의 차두와 뒤차의 차두와의 거리
- 7) 밀도 : 도로의 일정길이를 점유하고 있는 차량수 (평균 차두거리의 역수)

2 기존의 교통류의 특성 요소 측정 방법

교통류를 효과적으로 관리하기 위해서는 교통류의 특성요소인 차두시간, 교통량, 개별 속도, 시간·공간평균속도, 차두거리, 밀도 값을 구해야 한다. 현재 이를 위해서 가장 많이 쓰이는 방법은 Presence-type 차량 검지기를 통한 자료 획득이다. May(2000)에 나온 Present-type 차량 검지기를 이용하여 교통류의 특성요소를 측정하는 방법을 요약하면 다음과 같다.

2.1 Presence-type 차량 검지기 작동 원리

Presence-type 차량 검지기는 현재 가장 보편적으로 사용되고 있는 차량 검지기로 전자자기장의 원리를 이용하여 도로의 짧은 구간에서 차량의 존재 및 통과를 검지한다.



<그림 1> Presence-type 차량 검지기

차량이 검지구역(detection zone)에 진입하면 검지기가 작동하고 차량이 검지구역을 벗어날 때까지 On 상태를 유지한다. 이때 On 상태의 시간은 '차량길이+검지구역의 길이'를 주행하는 데 소요된 시간으로서 차량 점유시간이 되고, Off 상태의 시간은 차간시간이 된다.



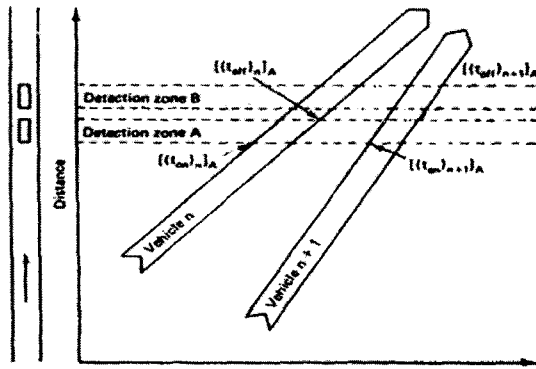
<그림 2> Presence-type 차량 검지기의 신호

- “0”Signal : 검지기상에 차량이 없을 때
- “1”Signal : 검지기상에 차량이 있을 때

2.2 교통류 특성 요소 유도

<그림 3>은 Presence-type 차량 검지기가 연속적으로 설치되어 있는 도로에서 차량 두대가 등속도로 이동했을 때의 시공도이다. Presence-type 차량 검지기는 다음과 같이 차량이 등속도로 이동한다는 가정 하에 다음

과 같이 교통류 특성 요소를 구한다.



<그림 3> Presence-type 차량검지기에서 두 차량의 시공도

2.2.1 미시적 특성

1) 차두시간

$$h_{n+1} = [(t_{on})_{n+1}]_A - [(t_{on})_n]_A \quad \text{또는}$$

$$h_{n+1} = [(t_{on})_{n+1}]_B - [(t_{on})_n]_B$$

2) 차량점유시간

$$(t_{occ})_n = (t_{off})_n - (t_{on})_n$$

3) 차량속도

$$\dot{x}_n = \frac{D}{[(t_{on})_n]_B - [(t_{on})_n]_A}$$

$$\dot{x}_{n+1} = \frac{D}{[(t_{on})_{n+1}]_B - [(t_{on})_{n+1}]_A}$$

여기서, D = 두 검지기의 상류 변 사이의 거리

4) 차량길이

$$[L_n]_A = \dot{x}_n [(t_{occ})_n]_A - [L_D]_A$$

$$[L_{n+1}]_A = \dot{x}_{n+1} [(t_{occ})_{n+1}]_A - [L_D]_A$$

여기서, $[L_D]_A$: 검지기 A의 길이

5) 차두거리

$$x_n - x_{n+1} = [h_{n+1}]_A \dot{x}_n$$

$$x_n - x_{n+1} = [h_{n+1}]_B \dot{x}_n$$

2.2.2 거시적 특성

1) 교통량

$$q = \frac{N}{T}$$

(N : 조사기간 T 동안 통과한 차량대수)

2) 시간평균속도

$$\bar{\mu}_t = \frac{\bar{L}_V + L_D}{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (t_{occ})_n}$$

여기서 \bar{L}_V : 평균차량길이

L_D : 검지구역의 길이

3) 시간점유비 OCC,

시간점유퍼센트 %OCC

$$OCC = \frac{\sum_{n=1}^N (t_{occ})_n}{T}$$

$$\%OCC = OCC \times 100$$

4) 밀도

$$k = \frac{q}{\bar{\mu}_s} = \frac{10}{\bar{L}_V + L_D} \times (\%OCC)$$

(대/km)

그러나 이러한 값들은 차량의 연속적인 흐름을 반영할 수 없으며, 한 점에서의 순간적인 값이 일정하게 지속될 것이라는 가정에서 출발하므로 속도가 일정하지 않을 경우나 추월 등이 발생할 때에는 적용하기에 한계가 있다. 여러 한계 중 가장 큰 한계는 실시간으로 도로의 밀도를 구할 수 없다는 것이다. 교통류의 상태를 평가하는 데 있어서 매우 중요한 값은 밀도이다. 하지만 기존의 방법으로는 도로의 실시간 밀도를 구할 수 없다. 현재 CCTV를 사용하는 방법이 연구되고 있지만, 2006년 10월 3일에 발생한 서해대교 교통사고 사례처럼 안개가 짙은 날에는 차량 자체가 인식이 불가능하므로, 좋은 방법이라 할 수 없다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 것이 바로 RFID 기반의 고속도로 교통류 관리 시스템이다.

3 RFID 기반의 고속도로 교통류 관리 시스템

RFID 기반의 고속도로 교통류 관리 시스템의 가장 큰 핵심은 차량의 흐름을 실시간으로 연속적으로 검지하여 시공도 (Time-space diagram)를 구할 수 있다는 것이다. 교통류 관리에 있어서 시공도는 교통류 특성 요소를 모두 구할 수 있으므로, 허용 오차 범위 이내의 차량의 시공도를 구축

하여, 실시간으로 도로의 상태를 검지하고 앞으로의 상태를 예측할 수 있다.

3.1 표식

i, j : 차량

k : 리더기

s : 시공도상의 y 좌표

t_k^i : 리더기 k 를 차량 i 가 통과한 시간

$G^{k,k+1}$: 리더기 k 와 $k+1$ 사이의 차량집단
리더기 k 에 차량 i 가 인식되면

$$G^{k,k+1} = G^{k,k+1} \cup \{i\}$$

리더기 $k+1$ 에 차량 $i+1$ 이 인식되면

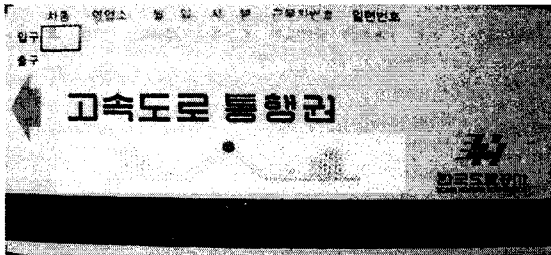
$$G^{k,k+1} = G^{k,k+1} - \{i+1\}$$

$$G^{k+1,k+2} = G^{k+1,k+2} \cup \{i+1\}$$

$N(G^{k,k+1})$: 리더기 k 와 $k+1$ 사이의 차량수

3.2 RFID태그 구성 정보

RFID 기반의 고속도로 교통류 관리 시스템은 기존의 고속도로 통행권 대신 RFID Tag를 사용하고 고속도로에 RFID 리더기를 설치하여 RFID Tag 통행권의 위치 정보를 이용하여 차량의 흐름을 연속적으로 검지하는 시스템이다.



<그림 4> RFID 부착 고속도로 통행권의 예

①고유번호	②Tag ID	③ 차종정보	...
-------	---------	--------	-----

<그림 5> 고속도로 통행권 RFID Tag 정보

<그림 5>는 고속도로 통행권 RFID Tag의 구성도의 예로서 ①고유번호는 고속도로 통행권임을 뜻하는 정보를 제공한다. 본 시스템은 고속도로 카드를 사용하지 않는 하이패스 사용자들도 시스템 안으로 포함시킬 수 있으며, 또한 물류 분야에서 효율적인 물류 관리를 위해 개발 중인 추적시스템과도 효과적으로 연동될 수 있으므로, 각각의 시스템

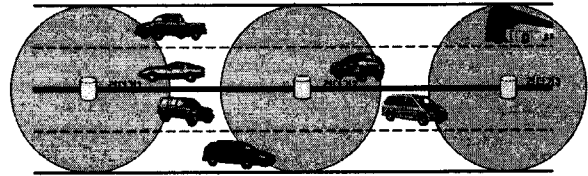
들과의 구분을 위하여 고유번호를 할당한다. ② Tag ID는 RFID Tag의 식별을 위한 번호이며 ③ 차종번호는 현재 고속도로 운행요금 정산을 위해 사용되는 지표이므로 할당한다.

3.3 RFID태그 시스템

본 시스템을 통한 교통류의 특성 요소 측정을 위한 RFID 태그 시스템 설치 방법은 다음과 같다.

1) 도로 중앙에 설치

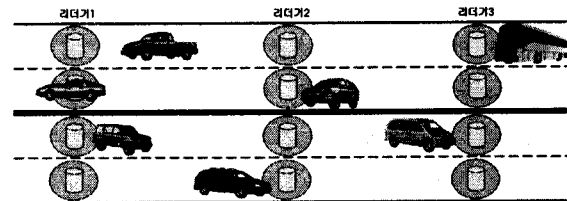
RFID 리더기를 도로 중앙에 설치할 경우 Tag의 인식거리는 길어야 하므로, 차량의 위치에 따라 인식되는 시간이 다르므로 시간의 오차가 발생하여 속도 추정 시 큰 오차가 발생할 수 있다. 하지만, 교통량이나 밀도 같은 거시적인 자료만을 필요로 할 때는 문제 없이 사용할 수 있는 형태이다.



<그림 6> 도로 중앙에 설치

2) 각 차로별로 설치

이 경우는 RFID 리더기를 차로별로 설치해야 하므로 첫 번째 방법보다 리더기를 더 많이 설치해야 하지만, 인식 거리가 짧아지므로, 시간의 오차를 줄일 수 있어서, 허용 오차 이내로 시공도를 구할 수 있는 형태이다.



<그림 7> 각 차로별로 설치

첫 번째 방법과 비교해 보면, 첫 번째 방법은 인식거리가 길어야 하므로 능동형 Tag

가 필요할 수 있지만, 두 번째 방법의 경우 인식거리가 짧아도 되므로 수동형 Tag를 사용할 수 있으므로 비용 면에서는 어느 것이 더 효율적이라고 말하기는 힘들 것이다.

<그림 6>, <그림 7>과 같이 도로상에 RFID 리더기가 설치되어 있고, RFID Tag 통행권을 갖거나 하이패스 카드를 설치한 차량이 주행 중에 있을 때, 리더기에서 고속도로 통행권 또는 하이패스 카드를 인식하였을 때, 순서대로 그 시간(년,월,일,시,분,초)을 저장한다.

[표 2] 리더기 저장 정보의 예

리더기1			리더기2		
Tag ID	차 종	시 간 (년월일시분초)	Tag ID	차 종	시 간 (년월일시분초)
Tag1	1	20060929141512	Tag2	2	20060929141545
Tag2	2	20060929141515	Tag1	1	20060929141547
Tag3	1	20060929141601	Tag3	1	20060929141635
Tag4	1	20060929141705	Tag4	1	20060929141730
...

특정 구간에 대한 시공도의 정보를 구하기 위해서는 구간 내에 있는 리더기의 수를 m 이라 하고 각 리더기 에서 인식된 Tag의 수를 n_m 이라 하면, $m \times \max[n_m]$ 행렬을 만들고 각 칸에 리더기 에서 인식된 Tag의 시간을 입력하면 된다.

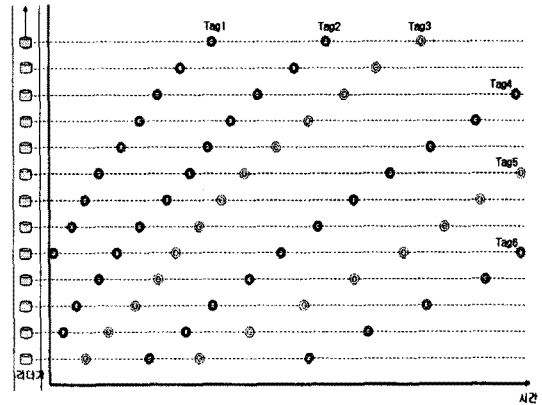
[표 3] 특정 구간의 시공도를 위한 matrix의 예

	Tag1	Tag2	...
리더기1	20060929141512	20060929141515	...
리더기2	20060929141547	20060929141545	...
리더기3
...

이러한 데이터를 통해 시공도를 작성하는 방법을 그림을 통해 설명하면 다음과 같다.

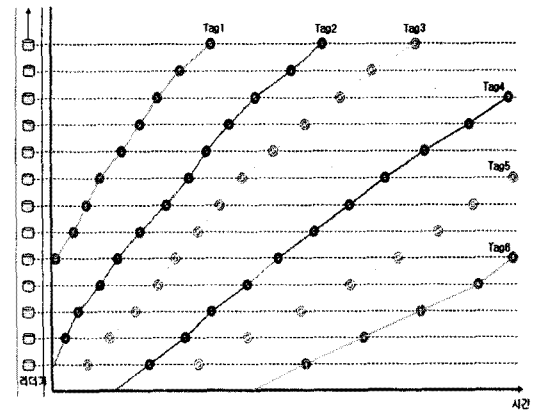
- (1) y축에는 도로에 해당하고 x축은 시간에 해당하는 그래프가 있을 때, 각 리더기에서 Tag를 인식하면 그 값을

(시간, 리더기<위치>)의 좌표에 표시한다.



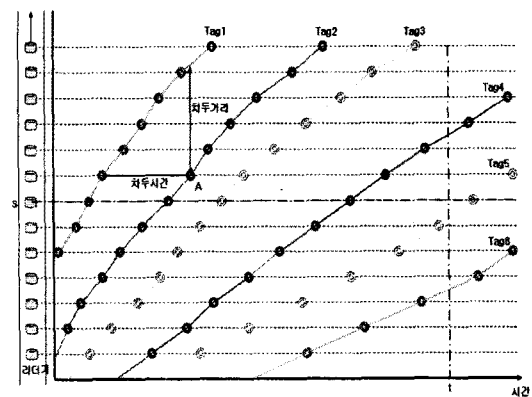
<그림 8> RFID 기반의 시공도(1)

- (2) 각 리더기 사이에서는 등속 운동을 했을 것이라는 가정 하에 각 점을 선으로 이어서 시공도를 완성한다.



<그림 9> RFID 기반의 시공도(2)

- (3) 이 때 각각의 교통류 요소는 다음 그림과 같다.



<그림 10> RFID 기반의 시공도(3)

- 교통량 : 일정 시간 동안 $Y=s$ 와 만나는 궤적의 수
- 시간평균속도 : 일정 시간 동안 $Y=s$ 와 만나는 궤적의 평균 기율기
- 밀도 : 일정 구간에서 $X=t$ 와 만나는 궤적의 수
- 공간평균속도 : 일정 구간에서 $X=t$ 와 만나는 궤적의 평균 기율기

3.3.1 미시적 특성

- 1) 리더기 k 에서의 차두시간 :
 - A점의 위치가 리더기 k 의 위치이고 A점을 지나는 차량을 i , i 이전에 리더기 k 를 지나간 차량을 $i-1$ 이라 하면 차두시간은 다음과 같다.
 - $h_i^k = t_i^k - t_{i-1}^k$
- 2) 리더기 k 와 $k+1$ 사이에서의 속도 :
 - 차량이 등속도로 이동한다는 가정하에 다음과 같이 구한다.
 - $v_i^{k,k+1} = \frac{s^k - s^{k-1}}{t_i^k - t_{i-1}^{k-1}}$
- 3) 시간 t 에서 리더기 k 와 $k+1$ 사이에서의 차두거리 :
 - 추월이 일어난다고 가정하면 시간 t 에서의 각 차량의 위치는 다음과 같이 추정된다.
 - $s_{i,t} = v_i^{k,k+1}(t - t_i^k) + s^k$
 - (이 때, k 리더기는 차량 i 가 마지막으로 인식된 리더기)
 - 차두거리는 다음과 같이 추정된다.
 - $d = \min(s_{j,t} - s_{i,t})$ (단. $s_{j,t} > s_{i,t}$)
($j=i \pm \delta$, δ 는 임의의 수)

3.3.2 거시적 특성

- 1) s 지점에서의 교통량 :
 - 리더기 k 에서 시간 t 동안 인식된 태그의 수가 n 개라면,
 - $q = \frac{n}{t}$
- 2) s 지점에서의 시간 평균 속도 :
 - 일정한 시간동안 리더기 k 를 지나간 차량을 $1, 2, \dots, i, \dots, n$ 이라 하면
 - $\bar{v}_i = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}$
- 3) t 순간에서의 공간 평균 속도 :

- 리더기 k 에서 $k+n$ 까지의 차량군 집합을 $G^{k,k+1}, \dots, G^{k+i,k+i+1}, \dots, G^{k+n-1,k+n}$ 이라 하면, 그 사이의 차량수는 $m = \sum_{i=1}^n N(G^{k,k+i})$ 이고, 공간평균속도는 다음과 같다.

$$\bar{v}_s = \sum_{j=1}^m \frac{v_j}{m}$$

- 4) t 순간에서의 밀도 :
 - 리더기 k 에서 $k+n$ 까지의 차량군 집합을 $G^{k,k+1}, \dots, G^{k+i,k+i+1}, \dots, G^{k+n-1,k+n}$ 이라 하면, 그 사이의 차량수는 $m = \sum_{i=1}^n N(G^{k,k+i})$ 이고, 밀도는 다음과 같다.

$$k = \frac{m}{s^{k+n} - s^k}$$

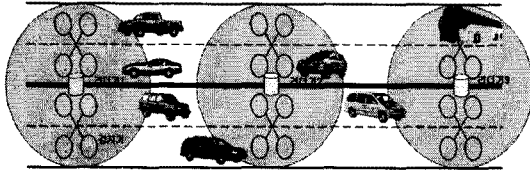
RFID만을 사용하면, RFID가 인식된 위치가 아닌 리더기의 위치로서 차량의 위치를 인식하게 되므로, 필연적으로 오차가 발생하게 된다. 그러므로 정확한 교통류 특성요소를 측정하기 위하여 속도검지기와 연동된 RFID 태그 시스템을 제안한다.

3.4 속도검지기와 연동된 RFID태그 시스템

현재 고속도로에는 Presence-type 차량 검지기가 설치되어 있고, 정확한 수준의 속도 정보를 얻을 수 있다. 그러므로 기존 시설인 속도검지기와 연동하여 RFID 태그 시스템을 구성하면 더욱 정확한 교통류 특성요소를 얻을 수 있다. 설치 방법은 다음과 같다.

1) 도로 중앙에 설치

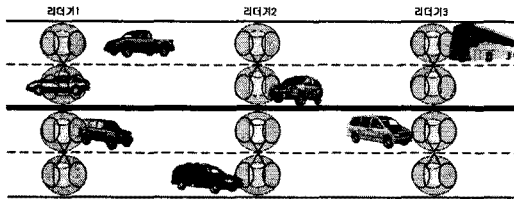
이 경우는 현재 설치되어 있는 Presence-type 차량 검지기와 동일한 지점에 리더기를 설치하는 방법이다. 이 때 Tag 정보와 시간정보가 저장되는 방법은 리더기에서 차량을 인식하였을 때, Tag 정보를 순서대로 기억하고, 시간 정보는 Presence-type 차량 검지기에서 인식한 정보 순으로 저장하는 방법이다.



<그림 11> Presence-type 차량검지기와 연동하여 중앙에 설치

2) 각 차로 별로 설치

Tag 정보와 시간정보가 저장되는 방법은 도로 중앙에 설치하는 방법과 동일하며, 이 경우 (위치, 시간)정보를 가장 정확하게 연속적으로 얻을 수 있는 방법이다.



<그림 12> Presence-type 차량검지기와 연동하여 차로별 설치

이 때 얻을 수 있는 정보는 표 5와 같다

[표 4] 리더기 저장 정보의 예

리더기1				리더기2			
Tag ID	차 종 (년월일시분초)	시 간	속 도	Tag ID	차 종 (년월일시분초)	시 간	속 도
Tag1	1	20061218141512	110	Tag2	2	20061218141545	116
Tag2	2	20061218141515	110	Tag1	1	20061218141547	104
Tag3	1	20061218141601	105	Tag3	1	20061218141635	107
Tag4	1	20061218141705	145	Tag4	1	20061218141730	143
...

이 경우 차량속도는 Presence-type 차량 검지기를 사용하면 된다. 속도가 주어질 경우 각 구간을 등가속도 운동한다는 가정하에 구간 별 가속도를 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$a_i^{k,k+1} = \frac{v_i^{k+1} - v_i^k}{t_i^{k+1} - t_i^k}$$

RFID 태그로만 시공도를 표현하면 차량이 구간별로 등속도운동을 한다고 가정해야 하므로 차량의 속도가 갑자기 변하게 되어 현실과 다르지만. Presence-type 차량검지기와 연동하면 구간별로 등가속도 운동으로 표현할 수 있으므로, 좀 더 현실에 유사한 시공

도를 그릴 수 있다.

3.4.1 미시적 특성

1) 리더기 k에서의 차두시간:

- A점의 위치가 리더기 k의 위치이고 A점을 지나는 차량을 i, i이전에 리더기 k를 지나간 차량을 i-1이라 하면 차두시간은 다음과 같다.

$$- h_i = t_i^k - t_{i-1}^k$$

2) 리더기 k와 k+1 사이에서의 속도 :

- 차량이 등가속도로 이동한다는 가정하에 Presence-type 차량검지기의 속도를 사용하여 계산한다.

$$- v_i^{k,k+1} = v_i^k + a_i^{k,k+1}(t - t_i^k)$$

3) 시간 t에서 리더기 k와 리더기 k+1 사이에서의 차두거리 :

- 추월이 일어난다고 가정하면 시간 t에서의 각 차량의 위치는 다음과 같이 추정된다.

$$- s_{i,t} = v_i^k(t - t_i^k) + \frac{1}{2}a_i^{k,k+1}(t - t_i^k)^2 + s_k$$

(이 때, k리더기는 차량 i가 마지막으로 인식된 리더기)

- 차두거리는 다음과 같이 추정된다.

$$- d = \min(s_{j,t} - s_{i,t}) \quad (\text{단, } s_{j,t} > s_{i,t})$$

(j=i±δ, δ는 임의의 수)

3.4.2 거시적 특성

1) s 지점에서의 교통량 :

- 리더기 k에서 시간 t동안 인식된 태그의 수가 n 개라면,

$$- q = \frac{n}{t}$$

2) s 지점에서의 시간 평균 속도 :

- 일정한 시간동안 리더기 k를 지나간 차량을 1, 2, ..., i, ..., n이라 하면

$$- v_i = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}$$

3) t 순간에서의 공간 평균 속도 :

- 리더기 k에서 k+n까지의 차량군 집합을 $G^{k,k+1}, \dots, G^{k+i,k+i+1}, \dots, G^{k+n-1,k+n}$ 이라 하면, 그 사이의

차량수는 $m = \sum_{i=1}^n N(G^{k,k+i})$ 이고,
공간평균속도는 다음과 같다.

$$\bar{v}_s = \sum_{j=1}^m \frac{v_j}{m}$$

4) t 순간에서의 밀도 :

- 리더기 k에서 k+n까지의 차량군 집합을 $G^{k,k+1}, \dots, G^{k+i,k+i+1}, \dots, G^{k+n-1,k+n}$ 이라 하면, 그 사이의

차량수는 $m = \sum_{i=1}^n N(G^{k,k+i})$ 이고,
밀도는 다음과 같다.

$$k = \frac{m}{s^{k+n} - s^k}$$

3.5 RFID 기반 고속도로 교통류 관리 시스템의 장점

- 1) 본 시스템의 가장 큰 장점은 바로 보안 및 개인정보 유출과 관련된 문제에서 자유롭다는 것이다. 본 논문에서 제안한 방법은 통행권의 경로를 추적하는 것이므로 차량 소유주의 정보를 알 수 없고, 따라서 개인정보 및 보안과 관련한 문제가 원천적으로 발생하지 않는 것이다. 이러한 장점 때문에, 본 사업은 사생활 보안 문제가 걸려 있는 다른 RFID 사업보다 여론의 반대 없이 시행될 수 있을 것이며, 이로 인해 양질의 서비스를 제공하게 된다면, RFID에 대한 선호도를 높여, RFID의 대중화에 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.
- 2) 현재 고속도로 카드의 경우 고속도로 카드에 출발지 정보를 입력하므로 회수 시 곧바로 재활용이 불가능하고, 지워지는 잉크를 통해 6회만 재활용이 가능한 반면, 본 연구에서 제안하는 RFID 통행권은 Tag ID가 출발지에서 최초 출발로 저장되어 도착지에서 시스템적으로 확인할 수 있으므로 Tag 수명만큼 재활용하여 사용할 수 있다.
- 3) 본 논문에서 제안한 것과 비슷한 아이디어인 RFID를 기반으로 한 교통정보

수집 사업이 건설교통부 주관으로 KT 컨소시엄에서 진행되고 있다. 하지만 이 사업의 경우 참가하는 차량의 수에 따라 초기에 적은 양의 샘플로 인해 정확한 정보를 전달할 수 없는 문제가 발생할 수 있지만, 본 논문에서 제안한 아이디어는 고속도로라는 한정된 장소에서 모두가 사용하는 고속도로 통행권을 대상으로 하기 때문에 모집단을 측정할 수 있으므로 정확한 데이터를 얻을 수 있다. 이러한 데이터가 연구를 위한 기초데이터로 제공될 경우, 교통류 관련 학문 전반에서 양질의 결과가 나올 것으로 기대된다. 그리고 이러한 결과는 앞으로 계획되고 운영될 모든 교통시설에 반영되어 더욱 효과적인 운영 및 설계를 가능하게 하며, 이는 교통시설에 필요한 국가 재원을 줄일 수 있다.

- 4) 고속도로에서 돌발 상황이 발생하였을 경우 시공도만으로 쉽게 파악할 수 있으므로, 효과적이고 빠른 대처를 할 수 있다 또한 불의의 사고 발생 시 사고자가 자신의 위치를 모를 경우, Tag ID만 있으면 자신의 위치를 알릴 수 있으므로, 재난 시 인명 구조에 있어서도 큰 역할을 할 수 있다.
- 5) 고속도로 진·출입, O·D통행량뿐만 아니라 휴게소 이용실태와 같은 통계조사도 용이하므로, 각종 통계정보를 획득할 수 있을 뿐만 아니라 경제성을 고려한 휴게소의 최적 입지선정에도 활용할 수 있다.
- 6) 통행권 Tag를 읽기 위한 리더기로 물류분야에 활용되는 Tag도 읽을 수 있으므로 현재 물류 분야에서 논의 중인 물류 추적 시스템의 투자비용을 줄임으로써 시스템의 도입을 앞당겨, 물류 분야에서도 혁신적인 발전을 가져올 수 있다. 전국의 고속도로에 미리 리더기가 다 설치되어 있다면 도로를 이용하는 물류의 실시간 추적이 가능하게 되어 동북아 허브로서의 역할에 큰 기여를 할 수 있다.

- 7) 위험물을 운송하는 차량에는 별도의 Tag를 사전에 부착하게 하여 고속도로 상에서 위험차량의 궤적을 추적하여 만일의 사태가 발생하였을 때, 신속히 대처할 수 있다.

III. 결 론

교통류에 있어서 가장 중요한 것은 교통류의 시공도를 얻는 것이다. 지금까지의 방법들은 차량의 연속적인 흐름을 얻을 수 없었지만, RFID 기술을 이용하면 차량의 연속적인 흐름을 검지할 수 있으므로 보다 정확한 시공도를 얻을 수 있다. 이러한 시공도를 바탕으로 교통류의 특성요소들을 실시간으로 얻을 수 있으며, 고속도를 효율적으로 운영하고 관리할 수 있다.

이와 같은 RFID 기술은 개인정보유출이라는 문제와 항상 불가분의 관계에 놓여 있는데, 고속도로 통행권에 RFID Tag를 설치할 경우, 보안과 관련된 여러 문제를 해소할 수 있으므로, RFID의 대중화에서도 큰 역할을 할 수 있다.

그러나 본 논문의 수준은 RFID 태그 시스템이 100% 인식된다는 가정하에 시스템을 제안한 것이다. 하지만 실제로는 RFID 주파수 대역별로 특성이 다르게 나타나므로 다양한 조건에 대해 반복실험을 통하여 경제적으로 가장 효율적인 RFID 시스템을 도입해야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Adolf D. May, "Traffic Flow Fundamentals", Prentice Hall, 1990
- [2] 유승화, "유비쿼터스 사회의 RFID", 전자신문사, 2005
- [3] 유비쿼터스 환경의 차세대 국가교통정보 수집 체계 개발 및 시범사업(국가 R&D) 연구최종 보고서, 2006, KT 컨소시엄