

Ad-hoc 네트워크를 이용한 컨테이너터미널 교차로에서의 충돌방지 시스템 설계

하일호, 도대만, 현맹환, 최영복
동명대학교 대학원 전기전자정보통신공학과
ybchoi@tu.ac.kr

Collision Avoidance System of Container Terminal Crossroad, using an Ad-hoc Network

Il-Ho Ha, Dae-Man Do, Maeng-Hwan Hyun, Young-Bok Choi
Dept of Electrical, Electronic, Information and
Communication Engineering, Tongmyong Univ.

요 약

컨테이너터미널 장치장 내 교차로에서 무인 YT(Yard Tractor)간 충돌방지를 위하여 RFID(Radio Frequency Identification) 태그와 ad-hoc 네트워크를 이용한 교차로 충돌방지 알고리즘을 제안한다. 또한 ad-hoc 네트워크 라우팅 프로토콜은 장치장 교차로에서 충돌방지를 위한 YT 간 통신성능을 결정하는 중요한 요소로써, 장치장 교차로 환경과 YT의 이동성을 고려하여 프로토콜을 결정해야 한다. 따라서 RFID 태그를 이용한 YT 위치정보와 AODV(Ad hoc On demand Distance Vector) 방식의 Hello 메시지를 이용해서 충돌방지를 위한 ad-hoc 네트워크 라우팅 프로토콜을 제안한다.

1. 서론

Ad-hoc 네트워크는 AP(Access Point)가 없이 흩어져 있는 무선으로 통신이 가능한 노드들끼리 서로 통신을 하는 자율적인 구조의 네트워크이다[1]. 이 구조에서는 중간에서 제어하는 노드가 없으므로 각 노드들은 자신이 가질 수가 있는 정보를 최대한 활용하여 네트워크에서 통신해야 하고 먼 거리의 노드와의 통신에는 다른 노드들을 경유하여 통신한다. 이에 따라 통신비용(hop수, 전력등)을 최소화 하는 경로를 구하는 라우팅이 필요하다. ad-hoc 네트워크는 노드와 노드간 통신을 통해서 토폴로지를 구성하기 때문에 무선 네트워크 통신이 가지는 거리상의 한계를 극복할 수 있다. 그리고 고정된 라우터를 사용하는 방식(정적인 방식)과 비교하여 노드의 이동이 자유롭기 때문에 네트워크 토폴로지가 동적으로 변하는 특징을 가지고 있다.

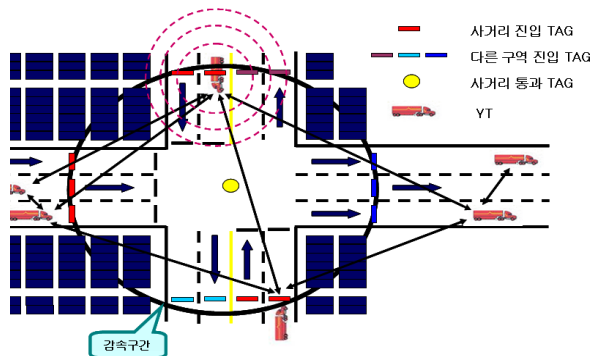
본 논문에서는 RFID(Radio Frequency Identification) 태그를 이용한 YT 위치정보와 AODV(Ad hoc On demand Distance Vector) 방식의 Hello 메시지를 이용해서 충돌방지를 위한 ad-hoc 네트워크 프로토콜을 제시한다[2],[3].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 장치장 교차로 충돌방지 시스템 구성을 기술하며, 3장에서는 우선순위 기반 라우팅 프로토콜을 제시하고, 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 기술한다.

2. 장치장 교차로 충돌방지 시스템 구성

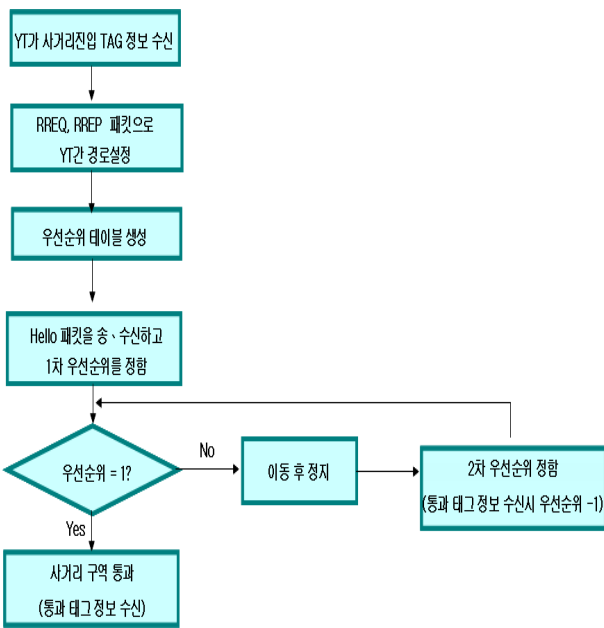
컨테이너터미널 장치장에서 컨테이너의 이동을 위한

차량 YT(Yard Tractor)의 역할로써 운행 중인 무인이송 차량인 AGV(Automated Guided Vehicle)의 교차로에서의 충돌방지를 위하여 RFID 기술과 ad-hoc 네트워크 기술을 이용한다[4],[5]. Ad-hoc 통신 기술은 장치장 교차로에서 충돌방지를 위해 YT 간의 통신 성능을 결정하는 중요한 요소로써, 장치장 교차로 환경과 YT의 이동성을 고려하여 라우팅 프로토콜을 결정해야 한다. 따라서, RFID 태그를 이용한 YT 위치정보와 AODV 라우팅 프로토콜의 개선된 Hello 메시지(YT 위치 정보인 Tag Number 값과 우선순위 정보 추가)를 이용해서 충돌방지 시스템을 제시한다. YT는 장치장 교차로로 이동 중 교차로 진입 TAG 정보를 읽어 들여 자신의 위치정보를 알 수 있고, 이웃한 YT에게 전송하는 Hello 메시지에 자신의 위치정보를 포함하여 전송하여 각각의 YT는 자신의 위치정보와 이웃한 YT의 위치정보를 통해 교차로 통과를 위한 우선순위를 결정한다[6].



(그림 1) 장치장 교차로 충돌방지 시스템 구성도.

그림 1은 ad-hoc 네트워크 기반의 AGV 충돌방지 시스템의 구성도와 동작방안에 대해 보여주고 있다. 그림에서 YT에는 이동식 ad-hoc 모듈과 RFID 리더기를 설치하였다. YT의 제동거리를 감안하여 교차로를 중심으로 감속 구간 존을 구성하고, YT가 교차로로 이동하는 감속구간 Edge에는 교차로진입 RFID TAG, 교차로를 빠져나가는 감속구간 Edge에는 다른 구역 진입 RFID TAG를 설치하고, 교차로 중앙에는 교차로 통과 RFID TAG를 설치한다. YT가 교차로로 진입하기 전 교차로 진입 TAG정보를 수신한다. 진입 TAG 정보를 수신한 YT는 ad-hoc 통신을 통해 주위의 다른 YT와 통신을 하고 우선순위 테이블을 만든다. YT간 ad-hoc 통신을 통해 자신의 위치(구역)를 송·수신하고, 우선순위 알고리즘을 통해 우선순위 테이블을 갱신하게 된다. YT는 우선순위 테이블을 참고하여 교차로를 통과할지, 정지할지를 자체적으로 판단하고 수행한다. YT간 통신을 통한 분산처리방식으로 처리함으로써 중앙처리방식으로 인해 발생하는 제어부하를 줄이고, 장치장의 생산성을 효율적으로 향상시킨다.



(그림 2) 장치장 교차로 충돌방지 시스템 흐름도

그림2는 ad-hoc 기반의 장치장 교차로에서 YT간 충돌방지를 위한 시스템의 흐름도이다. 충돌방지 시스템 흐름도에 따른 동작 프로세스는 우선순위를 가지며, 우선순위는 다음과 같이 같다.

1) 1차 우선순위

1. YT가 교차로로 이동 중 교차로 진입 TAG로부터 위치(구역)정보를 받는다.
2. 교차로 진입 TAG 정보를 수신한 YT는 AODV 라우팅 프로토콜의 RREQ, RREP 패킷으로 다른 YT와의 통신 경로를 설정하고, 교차로를 통과할지, 정지할지를 판단할 척도인 우선순위 테이블을 생성한다.

3. YT간 설정된 경로를 통해 위치(구역)정보가 포함된 Hello 패킷을 송·수신하고 각각의 YT 위치(구역) 정보를 우선순위 테이블에 갱신한다.
4. 교차로 구간에 진입한 YT는 우선순위 테이블에서 진입 TAG와 같은 TAG Number의 수를 카운트하고, 카운트한 수가 자신의 우선순위가 되고, 카운트한 수가 1이면 1순위가 된다.
5. 교차로의 감속구간에 진입을 하면, YT는 두 가지 모드로 동작한다.
 - ① 자신의 우선순위가 1순위일 경우에는 감속하지 않고 교차로를 통과하게 된다. 교차로를 통과하면서 교차로 통과 TAG의 정보를 수신받아 자신의 우선순위 테이블을 갱신하고, Hello 패킷에 자신의 위치(구역)정보를 포함시켜 보냄으로써 다른 YT에게 자신이 교차로를 통과했음을 알린다.
 - ② 자신의 우선순위가 1순위가 아닐 경우에는 감속하고 정지선에 정지한다. 1순위 YT가 교차로를 통과하게 되면 각각의 YT는 2차 우선순위 알고리즘을 통해 다시 우선순위를 정하고 5.의 두 가지 모드 중 자신의 우선순위에 맞게 동작을 한다.

2) 2차 우선순위

1. 1순위 YT는 교차로를 통과하면서 통과 TAG 정보를 수신하고, 그 정보를 Hello 패킷에 넣어 다른 YT들에게 송신한다.
2. 1순위 YT로부터 Hello 패킷을 수신한 교차로 구역에 있는 YT들은 우선순위 테이블에 있는 우선순위 값을 -1하게 된다.
3. 교차로 구역에 있는 YT들은 자신의 우선순위 값이 1인지를 비교하고, 1차 우선순위 알고리즘 5 과정에서 재시작을 한다.

장치장을 운행 중인 둘 이상의 AGV가 교차로를 향해 주행을 하게 되면 충돌이 발생할 수 있는데 교차로로부터 일정거리에 감속구간을 두어서 AGV가 완전히 정지하지 않고 ad-hoc통신을 통해 우선순위를 정해 교차로를 통과하게 하기 위한 구간을 감속구간이라 한다. 감속구간의 크기인 감속구간의 반지름은 AGV의 길이, AGV 제동거리와 AGV가 감속한 속도의 합에 우선순위까지 이루어지는 시간의 곱보다 크거나 같아야한다.

3. 우선순위 결정을 위한 라우팅 프로토콜

ad-hoc 네트워크의 라우팅 프로토콜은 장치장 교차로 내에서 충돌방지를 위한 YT 간 통신 성능을 결정하는 중요한 요소로서, 장치장의 특성상 노드들의 이동성이 많은 점을 고려하여 유동적인 환경에 적합한 라우팅 프로토콜을 결정해야 한다[7.] 여기서, 장치장 내 교차로에서 충돌방지에 사용하기 효율적인 ad-hoc 라우팅 프로토콜을 AODV 프로토콜을 개선하여 제시한[8],[9].

AODV 라우팅 프로토콜을 사용하면 장치장을 주행 중인 AGV는 주기적으로 이웃 AGV와 Hello 메시지를 주고

받는다. 충돌방지를 위한 Hello 메시지의 구조는 그림 3과 같은데, 기본 포맷의 확장 필드를 이용하여 Hello 메시지 전송 시 YT가 수신한 Tag Number 값과 우선순위 정보가 전송되어진다. 이렇게 전송되어진 YT의 Tag Number 값과 우선순위 정보 값은 참조에 의해 응용적으로 사용되어진다.

AGV는 Hello 메시지를 수신하게 되면 먼저 이것이 Hello 메시지인지를 판단하게 된다. Hello 메시지가 맞다고 판단하게 되면 송신한 AGV의 IP 주소, Tag Number 값과 우선순위 정보를 획득하게 되고 획득한 값들을 우선순위 테이블에 저장, 갱신을 하게 된다[10].

Type	R	A	Reserved	PfxSz	HopCount
This node's IP Address					
This node's lastest Sequence Number					
ALLOWED_HELLO_LOSS*HELLO_INTERVAL					
Tag Number					
Priority					

(그림 3) 태그정보와 우선순위필드를 추가한 Hello 메시지구조

교차로에 YT간 충돌을 방지하기 위해서는 어떤 YT가 먼저 교차로를 통과하고 그리고 난 다음 다른 YT가 통과하여야 하는데 그렇게 하기위해 YT간 교차로를 통과할 우선순위가 정해져야한다. YT간 우선순위를 정하기 위해서 자신의 위치정보(Tag Number)를 알고 다른 YT의 위치정보를 수집하여 누가 먼저 교차로 구역에 진입했는지를 판단하여 우선순위를 정하게 된다. YT 각자의 위치정보와 우선순위정보는 AODV의 Hello 메시지를 통해 다른 YT에게 전송이 된다. Hello 메시지를 받은 YT들은 우선순위 테이블을 생성하고, 테이블을 갱신하여 우선순위를 정하게 된다.

노드 IP_Address	Tag Number	Priority
192.10.1.2 (own_YT_IP_Address)	24	1
192.10.1.7 (other_YT_IP_Address)	22	0
192.10.1.5 (other_YT_IP_Address)	24	2
...

(그림 4) 우선순위 테이블 구성

교차로 통과 우선순위는 주고받은 YT들의 위치정보를 가지고 교차로 구간에 진입한 YT는 1차 우선순위 알고리즘을 수행하는데, 교차로 구역을 뜻하는 자신의 위치정보와 다른 YT의 위치정보를 비교하여 그 구역에 대한 위치정보를 가지고 있는 YT가 없다면 자신은 1순위가 된다. 하

지만 그 구역에 대한 위치정보를 다른 YT도 가지고 있다면 그 수를 카운트한 수가 자신의 우선순위가 된다. 1순위 YT는 교차로를 통과하고 다음순위들은 감속 후 정지선에 정지한다. 1순위가 교차로를 통과하게 되면 2차 우선순위 알고리즘을 통해 다음순위의 YT가 통과하게 된다.

5. 결론 및 향후 계획

컨테이너터미널 장치장 내 교차로에서 무인 YT 간의 충돌방지를 위하여 RFID 태그와 ad-hoc 네트워크를 이용한 교차로 충돌방지 알고리즘을 제안하였다. 또한 장치장 교차로 환경과 YT의 이동성을 고려한 프로토콜을 결정하기 위해 RFID 태그를 이용한 YT 위치정보와 AODV 방식의 Hello 메시지를 이용해서 충돌방지를 위한 ad-hoc 네트워크 라우팅 프로토콜을 제안하였다.

이 시스템을 이용한 모의실험을 통하여 문제점 분석, 알고리즘 수정 및 보완 등의 추가 연구 방향은 향후 연구 과제로 남기기로 한다.

* “본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥회의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음” (NIPA-2011-(C-1090-1121-0006))

참고문헌

- [1] 노경용, “Ad-Hoc 네트워크 기술을 활용한 컨테이너터미널의 장치장 운영 개선 방안”, 동명대학교 석사학위논문, 2006.
- [2] 이승주, “컨테이너터미널 장치장에서의 RFID기반 Ad-hoc 네트워크 구축 방안”, 동명대학교, 석사학위논문, 2008.12.
- [3] 표철식 외 2, “RFID 시스템 기술”, 한국전자과학회지, 제15권, 제2호, 2004.4.
- [4] 이봉희, “유비쿼터스 항만을 위한 위치기반 Ad-hoc 네트워크 라우팅 프로토콜 연구”, 동명대학교, 석사학위논문, 2009.12.
- [5] 권혜연 외 2, “위치기반 이동 ad-hoc 네트워크 기술 동향”, 정보통신진흥연구원, 주간기술동향 1186호, 2005.
- [6] 김상하, “이동 Ad Hoc 네트워크 라우팅 프로토콜 기술”, 전자특집Ⅱ Ad Hoc, 전파 제108호, 2009.9.
- [7] 임화정 외 1, “이동 애드 혹 네트워크를 위한 다중경로 동적 소스 라우팅 프로토콜”, 정보처리학회논문지C, 제12-C권, 제1호, 2005.2.
- [8] 김현창, “Ad Hoc 네트워크에서 Timestamp를 이용한 AODV 프로토콜의 최적화”, 연세대학교, 석사학위논문, 2001.12.
- [9] 홍윤식 외 2, “노드 이동성을 고려한 적응형 AODV 알고리즘”, 정보과학회논문지, 정보통신 제 35 권 6호, 2008.12.
- [10] 이은주, “차량간 통신을 위한 AODV 라우팅 프로토콜의 구현”, 제주대학교, 석사학위논문, 2007.