

한국형 컨테이너 터미널 자동화를 위한 RF 시스템 개발

윤현성, 이창호, 변건식
동아대학교 전자공학과

Development of RF system for Automatic Container Terminal

Yoon Hyun Seong, Lee Chang Ho, Byon Kun Sik
Dept. of Electronics, Donga Univ.

요약

본 논문에서는 동아대학교 RRC에서 개발한 게이트 자동화 시스템에 적용된 DSRC(Dedicated Short Range Communication) 시스템을 항만 내 야드 자동화에서도 이용하기 위해 이동 수송 차량에 장착되는 OBE(On-Board Equipment)와 야드에 설치되는 RSE(Road Side Equipment)간의 통신 소프트웨어 알고리즘을 제안하였다. 컨테이너 야드와 하역 시스템의 자동화를 구현하기 위해 OBE와 RSE간을 DSRC 방식으로 통신할 때 통신 대상에 따른 송수신 정보의 분류, 통신 대상의 분류 및 특성을 분석하였다.

Abstract

In this paper, the dedicated short range communication(DSRC) system which used as the automatic gate system(AGS) Donga Univ. RRC developed is applied to yard automation. We proposed the communication algorithm of between roadside equipment(RSE) and on-board equipment(OBE). We analyzed transmitted and received information, classification and feature of between OBE and RSE for automation of the container yard and unloading system.

I. 서론

우리나라에서는 한국형 자동화 컨테이너 터미널 개발을 위해 많은 연구와 투자를 하고 있으며 지금 복원중인 경인선 철도가 재개통 된다면 아시아 유럽간의 대륙 횡단 철도의 출발점이 부산항이 될 것이어서 향후 동남아 및 일본 등의 많은 물동량 처리를 위해서 컨테이너 터미널 자동화에 대한 중요성은 향후 더 크게 될 것으로 예상되어진다.

컨테이너 터미널 자동화 시스템별로 분류하면

다음과 같다. 게이트 자동화, 야드 자동화, 하역 시스템 자동화, 항만 종합 관제 시스템 등으로 나눈다. 자동화 컨테이너 터미널을 구현하기 위해서 2000년 현재 시범중인 ITS(Intelligent Transport System)의 자동 요금 징수 시스템 중 하나인 DSRC 방식을 게이트 자동화 시스템에 적용하게 되면 ICD(Inland Container Depot)에서 항만까지 동일한 시스템으로 통과가 가능하므로 시스템 개발비용 절감과 차량 내 시스템 간소화 측면에서도 DSRC 방식의 게이트 자동화 시스템의 구축이 필요하다. 컨테이너 터미널 자동화의 기본 기술인 DSRC 방식을 이용한 게이트 자동화 시스템을 운영 할 경우 게이트 도착과 동시에 R/T(Road Tractor)의 차량 번호, 컨테이너 정보, 화물 정보, 하역 장소 등에 대한 정보를 송수신 하여야 한다. 이와 연계하여 컨테이너 야드와 하역 시스템 자동화를 이루기 위해서는 게이트를 통과한 R/T와 항만 내부에서 운영되는 Y/T(Yard Tractor), AGV(Automated Guided Vehicle), T/C(Transfer Crane)를 관제 센터에서 DSRC방식을 이용한 RF 시스템으로 컨테이너 정보 송수신 및 컨테이너 수송 차량을 관제하는 것이 시스템 통합 및 개발비용 절감 측면에서 유리하다. 본 논문에서는 R/T, Y/T, AGV 및 T/C

등 이동 차량 내에 장착되는 OBE와 Terminal Gate Control Center 등에서 직접 관리하는 노변 장치인 RSE간의 무선 통신 방식인 DSRC RF 시스템에서 통신 대상에 따른 송수신 정보의 분류, OBE와 RSE 간의 통신을 위한 프로토콜을 제시하였다.

II. 본론

1. DSRC

DSRC 시스템은 첨단 교통 시스템인 ITS를 효과적으로 구현할 수 있는 통신 방식으로 국내에서는 능동형 DSRC 방식을 표준 방식으로 채택하고 있다. DSRC 방식은 OBE와 RSE간 무선 데이터 통신을 함에 있어서 통신 반경이 100 m 이내이고 주파수 대역은 5.8 GHz 대역을 사용하는 무선 통신 방식이다.

그리고 수동형에 비해 능동형은 OBE와 RSE간 여러 개의 단말기와 다중 접속이 가능하며 주파수 재사용을 위한 RSE간의 거리가 60 m 이상으로 수동 방식에 비해 반경이 크고 주파수 재사용 특성이 우수한 장점을 가진다.

DSRC 시스템에서 데이터는 맨체스트 코딩되어 2.048 Mbps 속도로 전송한다. 주파수 대역폭은 8 MHz의 전송 신호 대역에 2 MHz의 채널 보호구간을 추가하여 10 MHz이다. 통신 방식은 상향 및 하향 링크에 동일 주파수를 할당하고 송수신을 시분할로 할당된 주파수 사용률을 높인 TDD (Time Division Duplex)방식을 이용한다.[1]

그림 1 은 DSRC 시스템 프레임을 보여주고 있다. 패킷 프레임은 FCMS(Frame Control Message Slot), MDS(Message Data Slot), ACTS (ACTivation Slot)으로 구성된다. 패킷은 OBE에 따라 타임 슬롯 수는 2~9개까지 가변으로 사용이 가능하다.[2]

그림 2 는 DSRC 시스템의 통신 절차로써 RSE가 FCMS를 통해 주기적으로 채널 할당 및 통신 프로 파일에 관한 정보를 전송하고, OBE가 이를 수신하여 클럭 동기, 프레임 동기를 맞추고 RSE에 링크 설정을 요구해서 링크가 설정되면 MDS 타임 슬롯을 통해 데이터가 송신되다

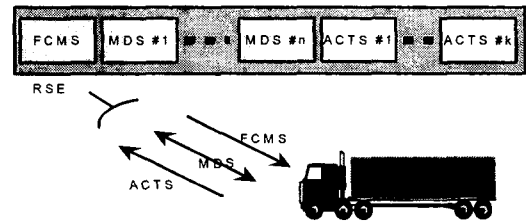


그림 1 DSRC 시스템 프레임

OBE에서 수신한 MDS 타임 슬롯은 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 계산하여 올바른 데이터인지 확인하고 ACKC 타임 슬롯을 보낸다. ACTS는 OBE의 초기 링크 접속 시도를 위해 사용되며 최대 3개의 타임슬롯을 할당할 수 있다.

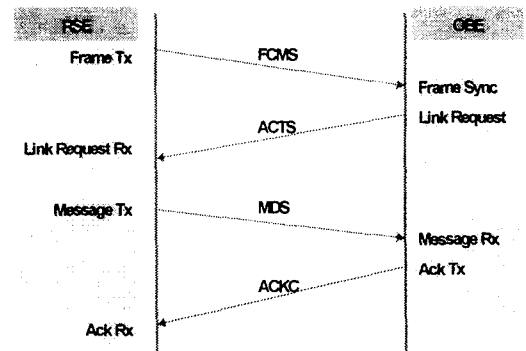


그림 2 DSRC 시스템의 통신 절차

III. 컨테이너 자동화 터미널 프로그램

1. 컨테이너 자동화 터미널 관제시스템

컨테이너 자동화 터미널 시스템은 하드웨어 부분과 소프트웨어 부분으로 구성된다. 하드웨어 부분은 메카트로닉스에 기초를 둔 수동형, 부분 자동화형 및 완전 자동화형의 컨테이너 취급기기 또는 장비를 말하며 소프트웨어 부분은 장비를 효율적으로 운용하기 위해서는 OBE와 RSE간의 통신 프로토콜 개발과 이것을 기반으로 한 관제 프로그램 개발이 매우 중요하다. 컨테이너 터미널의 자동화를 위하여 기존의 시스템에 부가하여 DSRC 송수신 시스템, TCP/IP를 기반으로 한 데이터 전송 시스템, 장비 및 이동차량의 정확한 위치 확인을 위한 DGPS 시스템 등이 필요하다. 그림 3 는 컨테이너 터미널 관제 시스템 구성도

이러 통신 대상과 관제 센터 각각의 특징과 임무를 나타내었다. 이동 차량의 정확한 위치 확인을 위해 DGPS(Differential Global Positioning System)개념을 도입했고 각 이동차량은 GPS 수신기와 DGPS 수신기가 장착되어 있는 것으로 가정했다.

2. 컨테이너 자동화 터미널 시스템의 시나리오

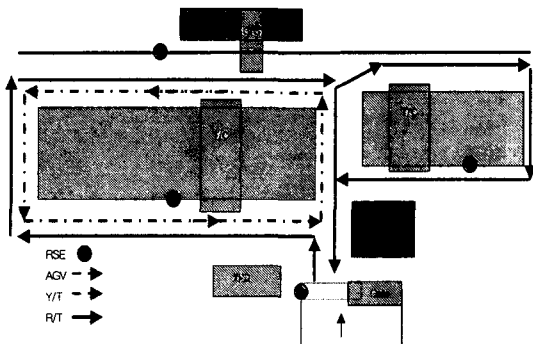


그림 4. 컨테이너 자동화 터미널에서의 이동차량에 따른 시나리오

컨테이너 자동화 터미널 시스템에서 야드 내에서 이루어지는 여러 가지 작업을 그림 4에서와 같이 이동 차량에 따라 이동 경로와 작업 내용을 시나리오로 작성했다. 본 논문에서는 R/T, Y/T, AGV, T/C를 제어하는 프로그램 알고리즘을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 관제 센터, 야드, 게이트와 DSRC 시스템을 이용한 전체 구성도이다.

3. 상태 천이도

RSE는 OBE에게 어떠한 동작을 수행하도록 지시하며, 이에 따라서 OBE는 필요한 동작을 수행한 후 그 결과를 RSE에 알려준다. 이러한 동작 절차에 의해서 RSE와 OBE의 상태 천이도는 다르게 구성된다. RSE와 OBE의 상태 천이도가 각각 아래와 같이 나타낼 수 있다.[3][4]

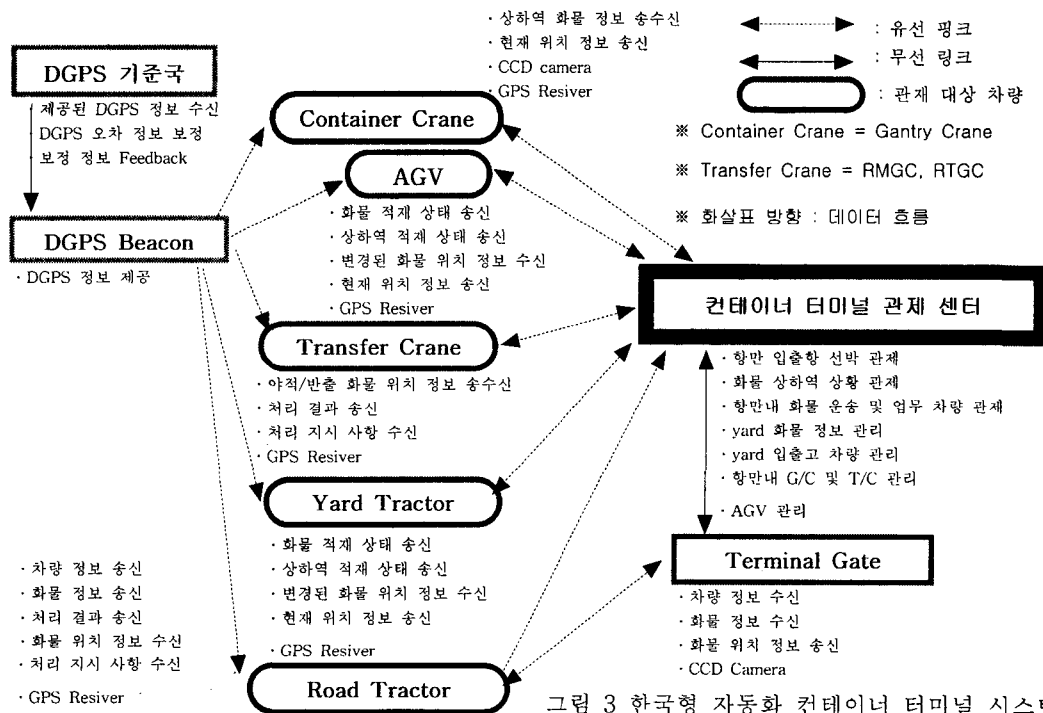


그림 3 한국형 자동화 컨테이너 터미널 시스템 구성도

(1) 상태 천이표-OBE

- proc1() 과정 : OBE는 RSE 접속 될 때까지 대기 상태를 유지하는 과정
- proc2() 과정 : RSE와 접속된 상태를 알리는 과정
- proc3() 과정 : RSE로부터 OBE에게 작업 지시 알리는 과정
- proc4() 과정 : 작업 완료 알리는 과정

| Event State | NotifyAppVecl | GetInd | SetInd | ActCfm |
|----------------|---------------|---------|---------|---------|
| Idle | proc1() | error | error | error |
| Connected | error | proc2() | proc3() | proc4() |

표 1. OBE 상태 천이도

(2) 상태 천이표-RSE

- proc1() 과정 : RSE는 OBE 접속 될 때까지 대기 상태를 유지하는 과정
- proc2() 과정 : RSE에 OBE 정보(OBE ID, 컨테이너 번호, 컨테이너 정보)를 표시하는 과정
- proc3() 과정 : RSE에서 OBE에게 작업을 지시하는 과정
- proc4() 과정 : 미등록 차량 확인하고 다시 proc2()로 다시 돌아가는 과정

| Event State | NotifyAppBeecn | GetCnf | SetCnf | ActCnf |
|----------------|----------------|---------|---------|---------|
| Idle | proc1() | error | error | error |
| WaitGetCnf | proc1() | proc2() | error | error |
| WaitSetCnf | proc1() | error | proc3() | error |
| WaitActCnf | proc1() | error | error | proc4() |

표 2. RSE 상태 천이도

본 논문에서는 이러한 상태 천이도를 효율적으로 구현하기 위해서 아래와 같이 함수의 포인트를 갖는 2차원 배열을 이용하였다. 어떠한 사건이 발생하더라도 즉시 동작을 수행 할 수 있도록 구성 되어있다.

```
extern int proc1(), proc2(), proc3(), proc4(), protoError();
```

```
int (*stTable[NoState][NoEvent])(int, int, uchar *)
={ {proc1, protoError, protoError, protoError},
  {proc1, proc2, protoError, protoError},
  {proc1, protoError, proc3, protoError},
  {proc1, protoError, protoError, proc4}, };
```

IV. 결론

본 논문에서 제안한 DSRC 시스템을 이용한 야드 자동화시스템은 DSRC를 이용한 RF 이동 차량과 관제소간의 통신을 RF 사용하여 상하역 상태 송수신 업무지시 등을 실시간으로 처리 가능하여 서류를 이용한 업무 지시나 전화, 무전기를 이용한 상하역 시스템 보다 효율적인 것으로 판단된다. 무선을 이용함으로써 이전의 항만에 비해 컨테이너를 처리하는데 효율적임을 알 수 있다. 야드 내에서 컨테이너를 자동으로 처리하게 됨으로 컨테이너 처리 시간의 단축, 서류 작업의 간소화, 주차 시간 단축, 게이트 시설의 축소, 인력 절감 및 인적 오류가 감소하게 된다. 향후 DSRC를 이용한 게이트 시스템과 OBE와 RSE 공유를 위한 프로그램과 통합 관제 시스템을 개발할 예정이며 게이트 시스템과 연결한 프로그램을 개발하여 완전한 컨테이너 터미널 자동화 시스템을 구축 할 예정이다.

V. 참고문헌

1. 태원귀, 김정호, 김은기, 정태진, 임춘식. 인터넷, 페이징, DSRC 망을 이용한 ATIS와 ETCS 서비스 연구. TELECOMMUNICATIONS REVIEW 제9권 4호: pp486-503. 1999.7-8.
2. 오현서, 임춘식. 지능형 교통 시스템용 5.8GHz 근거리 전용 고속 패킷통신 시스템 개발. TELECOMMUNICATIONS REVIEW 제9권 4호. pp504-512. 1999.7-8.
3. 태원귀, 안계명, 서순모. ITS-DSRC용 응용서비스 연구. 한국전자통신연구원. 1999. 11.
4. W. Richard Stevens. Unix Network Programming. 교보문고. pp3-100. 1999.