

# 무인 소형케도열차의 차량제어 알고리즘

최규웅\*, 이진수\*, 원진명\*\*, 최효정\*  
POSTECH 전자전기공학과

## Vehicle Control Algorithm for PRT (Personal Rapid Transit) System

Kyuwoong Choi\*, Jin S. Lee\*, Jin-Myung. Won\*\*, Hyojeong Choe\*

\* Electronic and Electrical Engineering Department, POSTECH

\*\* Pattern Analysis and Machine Intelligence (PAMI) research group, University of Waterloo

E-mail: \*{mychall, jssoo, dawn}@postech.ac.kr, \*\*jinmyung@pami.uwaterloo.ca

### Abstract

This paper presents a vehicle control algorithm for Personal Rapid Transit (PRT) system. PRT system is a one-way direction network system which is composed of guideway branches, merging/diverging points. Vehicle control algorithm can be divided into two kinds. Those are merging control algorithm and the other. We emphasized on the merging control algorithm. For that, we first devised a front/virtual front vehicle finding strategies. Properly determined front/virtual front vehicle is the starting point of vehicle control. The objects of merging control are to avoid collision and to pass the merging point fluently. Which implies that jerk constraint and limits of acceleration and deceleration etc. are should be considered. To verify the validation of the vehicle algorithm, we executed simulations and presented test results.

### I. 서론

PRT(Personal Rapid Transit) 시스템은 전용 고가안내 케도(elevated Guideway) 위를 무인으로 운행하는 무인자동대중교통수단(Automated Guided Transit, AGT) 중의 하나이다. 버스나 지하철과 같은 대중교통수단의 대안으로 1970 년대에 제안되었으며, 케도택시 혹은 무인자동택시(automated taxi-cap system)라고도 불린다.

PRT 시스템은 역(station)과 각 역 사이를 연결하는 고가안내케도(guideway) 그리고 무인으로 운행되는 다수의 케도차량(vehicle)으로 구성된다. 각 역은 완전 무인

으로 운영되며, 주선로(main lane)상의 교통흐름을 방해하지 않기 위해 측선(side lane)상에 위치한다. 또한, 승강장(platform) 이외에 승객들의 승/하차를 빠르고 편리하게 하기 위해서 입력 대기열(input queue)과 출력 대기열(output queue)을 갖는다

PRT 시스템의 가장 큰 특징은 자동으로 운행되는 시스템(automated system)이라는 것이다. 자동운행은 승객의 안전, 승차감과 전체 시스템의 수송량을 동시에 만족할 수 있어야 한다.

본 논문은 위의 조건을 만족하는 PRT 차량제어 알고리즘을 제안하고 PRT 시뮬레이터에 이를 이식하여 시험함으로써 PRT 시스템에 그 구현 방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.

### II. 본론

뉴턴 역학에 의한 차량의 제동에 관한 동역학 모델

$d_{safe} = \lambda_1(v_c^2 - v_f^2) + \lambda_2 v_c + \lambda_3$ ,  $\lambda_1, \lambda_2$  and  $\lambda_3$  에서 차량제어를 할 때 비상제동/LIM (Linear Induction Motor) 제동을 하는 기준을 구한다[1][2][3].

위의 기준을 바탕으로 합류제어를 하기 위해서 합류점에 진입할 때 (합류점까지의 거리)/(차량의 속도)로 차량의 합류점 진입 우선순위를 결정한다.

합류제어는 기본적으로 위의 진입순서를 따르되,

후순위의 차량이라도 가상앞차보다 합류점에 더 가까이 있는 경우, 끼어들기를 허용하는 알고리즘을 구현한다.

합류제어를 제외한 다른 구간에서의 제어는 비상제동장치를 사용하지 않고, 제어를 할 수 있는 알고리즘을 고안하되, jerk constraint, 가감속도의 한계를 벗어나지 않도록 하였다[4].

### III. 구현

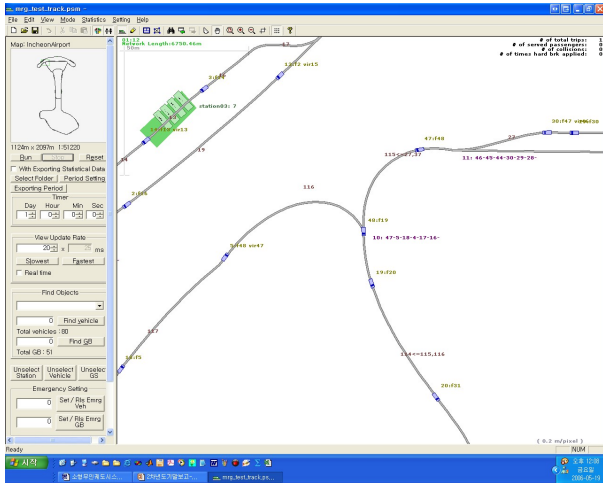


그림 1 PRT vehicle control simulation 화면

인천공항을 실제 모델로 하여 PRT 시스템을 건설할 경우를 가정하여 맵을 제작하고, 4 인승 PRT 차량 80 대를 주선로의 총 길이 6750m 가 되는 네트워크에서 시뮬레이션 하였다. 차량의 최대허용속도는 주선로에서 12.5m/s, LIM 가감속도 한계  $-1.16 \sim 1.16 m/s^2$ , 비상제동장치의 감속도는  $-5 m/s^2$  이다.

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

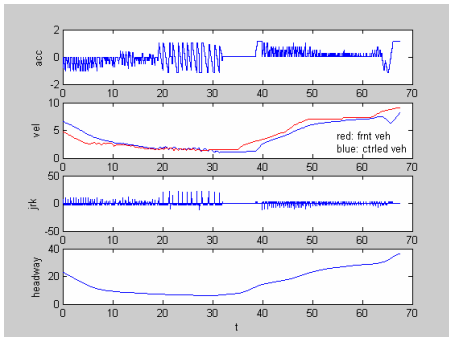


그림 2 합류 guideway branch 에서 vehicle tracking

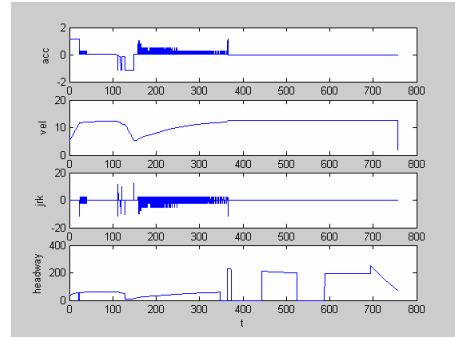


그림 3 한 trip 이 완성되는 동안의 속도 등의 profile

본 논문에서는 PRT 시스템에 적용할 상위레벨의 차량제어 알고리즘을 제안하였다. 합류점에서 차량의 총 11 시간 이상 시뮬레이션한 결과 비상제동과 차량의 충돌 없이 알고리즘이 작동하는 것을 확인할 수 있었다. 위의 결과를 분석하면 향후에는 LIM 에 의한 제동을 최소화할 수 있는 방안을 고안하는 것이 필요 것으로 판단된다.

### 참고문헌

- [1] John-Jairo Martinez, Carlos Canudas-de-Wit, "A Safe Longitudinal Control for Adaptive Cruise Control and Stop-and-Go Scenarios", IEEE TRANSACTION ON CONTROL SYSTEM TECHNOLOGY, JANUARY 2005
- [2] J. Edward Anderson, Transit Systems Theory. Lexington Books, 1978.
- [3] Jack H. Irving, Fundamentals of Personal Rapid Transit. Lexington Books, 1978.
- [4] Xiao-Yun Lu, Han-Shue Tan, Steven E. Shladover, J. Karl Hedrick, "Implementation of Longitudinal Control Algorithm for Vehicle Merging", Proceedings of AVEC 2000 5<sup>th</sup> Int'l Symposium on Advanced Vehicle Control August 22-24, 2000 Ann Arbor Michigan.