

역할 기반 에이전트를 활용한 교차로 안전지원 시스템

조지영*, 이은영**, 류기열***
 *아주대학교 소프트웨어특성화대학원
 **아주대학교 정보통신전문대학원
 ***아주대학교 정보컴퓨터공학부
 e-mail : choxxdid@ajou.ac.kr

An Intersection Safety Support System Using Role-based Agents

Jiyoung Jo*, Eunyoung Lee**, Kiyeol Ryu***
 *Graduate School of Software, Ajou University
 **Graduate School of Information and Communication, Ajou University
 ***Department of Information and Computer Engineering, Ajou University

요 약

역할 기반 시스템(role-based system)은 역할을 수행할 수 있는 객체만 존재한다면 환경에 구애 받지 않고 시스템을 실행하는 것이 가능하므로, 적응성(adaptation) 및 상호작용(interaction) 측면에서 이점을 가진다. 이는 객체가 동적으로 이동하여 다른 환경에 속했을 때, 해당 객체가 역할을 수행할 수 있다면 새로운 환경에서 이질적으로 받아들이지 않고 적응할 수 있는 이동성(mobility)의 개념을 포함하므로 차량이 동적으로 이동하는 교차로 시스템에 적합하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 역할 기반 에이전트를 교차로 안전지원 시스템에 적용하고 시뮬레이션을 통하여 역할 기반 시스템의 이점을 증명한다.

키워드: 역할기반 시스템, ROAD, 교차로 시스템, 에이전트

1. 서론

모바일 기기의 진화에 따라 도로, 차량, 운전자는 유기적인 협력 관계를 형성하고 있다. 원활한 교통 서비스를 제공하기 위해 운전자에 교통상황 등을 전달하고 운전자는 보다 안전하고 빠른 길을 안내 받을 수 있다. 이러한 서비스를 제공하기 위한 기반 기술을 C-ITS(Cooperative Intelligent Transport System)이라고 하는데 사용자의 정보에 대한 요구가 증가함에 따라 C-ITS에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 [5], [6]. 도로교통안전공단의 2012년 교통사고 통계에 따르면 교차로 교통사고는 9만 7002건으로 전체 교통사고의 차지하는 비중은 43.4%에 달했다(도로교통안전공단, 2012)[14]. 이처럼 높은 수치는 교차로 시스템의 개선을 통해서 사고율을 줄이는 것이 시급함을 나타낸다. 교차로 시스템은 자동차가 교차로 범위에 진입하면서 동적으로 참여가 이루어지고 에이전트와 각 자동차의 관계가 비결정적인 상태에서 이루어진다. 따라서, 기존 시스템은 객체의 특징 및 그 관계를 명확하게 설정해야 하는 점에 있어서 한계를 나타낸다. 반면 역할(role) 개념을 도입하면 새로운 환경에서 역할이 동적으로 할당되어 적응성 및 역할의 이동성을 제공하여 교차로 시스템에 적합한 시스템 구성이 가능하다. 따라서 본 논문에서는 역할 개념을 적용하여 역할 기반의 에이전트 교차로 시스템을 제안한다.

다음 2 장에서는 역할 기반 시스템의 목적과 그 특징을 설명하고 3 장에서는 역할 기반 교차로 시스템 모델을 제시한다. 4 장에서는 제시된 모델의 프로토타입 시스템을 개발하여 시뮬레이션 한 후 5 장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1. ROAD(Role Oriented Adaptive Design)

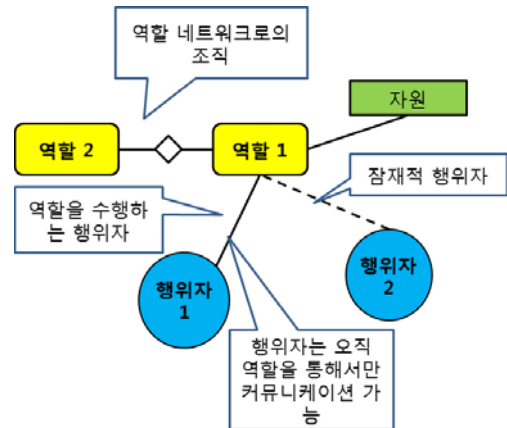


그림 1 조직 중심의 역할 모델

기존의 역할 개념은 행위자(player)가 중심이 되어 행위자가 역할을 차지하는 개념이었다면, ROAD [2], [3], [7], [8], [13]에서는 그림 1 과 같이 다양한 역할들이 조직을 이루면 각 역할에 해당하는 행위자들이 포함되어 해당 역할을 수행하는 구조이다 [2]. 이에 따라 기존의 구조에서는 역할을 수행하는 객체가 손상되거나 해당 역할을 수행할 수 없게 되면 전체 시스템에 영향을 미치게 되는데, ROAD 구조에서는 해당 행위자가 제외되더라도 역할들이 조직화되어 있어서 전체 시스템에 영향을 미치지 않고 역할은 행위자가 배치될 때까지 할당되지 않은 채 존재할 수 있으며, 해당 행위자는 동적으로 교체될 수 있다 [3].

조직 중심의 역할 모델에서의 역할의 특징을 살펴보면 다음과 같다 [4].

- 독립성(independency): 역할은 행위자에 상관없이 존재할 수 있다.
- 역동성(dynamicity): 역할은 행위자에 동적으로 추가되거나 제거될 수 있다.
- 다양성(multiplicity): 역할은 동시에 여러 행위자에 포함될 수 있다.

역할 기반 시스템 [2], [3], [9], [10], [11], [12]을 사용하는 목적은 발전(evolution), 관점의 분리(separation of concerns), 상호작용(interaction), 분류(classification) 총 4 가지로 구분된다 [1].

발전은 역할이 발전의 여러 단계에서 서로 다른 객체의 상태를 표현하는 개체로 표현될 수 있음을 의미하며, 관점의 분리에서 역할은 다른 환경과 시간에 따라 행위자의 다양한 측면을 표현하는 객체로 설명된다. 역할은 사람, 에이전트, 객체와 같은 행위자 간의 상호작용을 하기 위한 도구로 사용될 수 있으며, 객체간의 관리를 단순화하기 위한 분류의 용도로 사용된다. 역할이 시스템 리소스에 액세스 할 권한을 할당하는데 사용되는 분류이다.

2.2. 에이전트 기반의 교차로 안전 지원 시스템

차량이 교차로에 들어서면, 도로의 센서 혹은 검지기를 통해 차량이 검지되고, 교차로 시설제어기는 교차로 에이전트에게 차량검지정보를 전송한다. 교차로 에이전트는 교차로로 들어오는 차량을 관리할 수 있는 ID 를 생성하고, 차량에이전트는 ID 에 맞게 차량의 정보를 전송한다.

교차로 에이전트가 교차로 시설정보와 차량 정보를 바탕으로 사고 위험이 있는지 예측하여 차량에이전트에게 경고메시지를 전송하면, 차량 에이전트는 운전자 성향정보를 토대로 운전자의 행위를 예측하여 전송함으로써 미리 사고에 대비할 수 있도록 한다. 그러나 운전자 반응시간 후의 운전자의 속도 차를 계산한 결과 운전자의 행위가 예측과 다르면, 현재 운전자의 행위를 바탕으로 사고 가능성을 판단한다 [4].

3. 역할 기반 에이전트의 활용

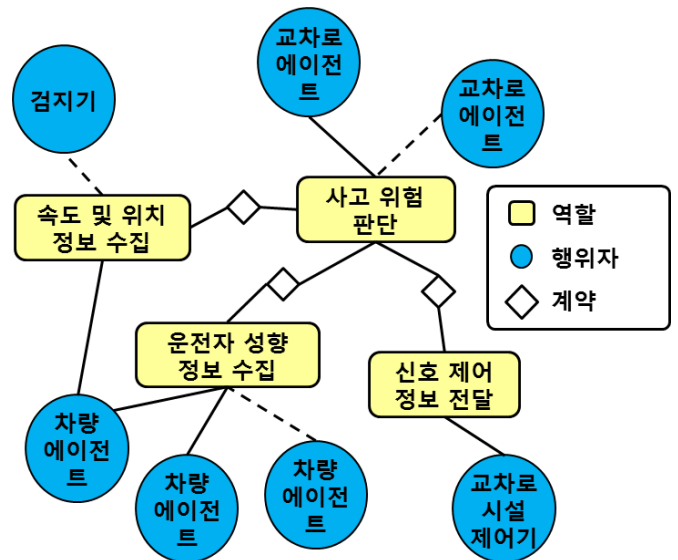


그림 2 역할 기반 교차로 시스템 개념도

그림 2 에서 차량 에이전트는 교차로 내에 진입할 수 있는 차량을, 교차로 시설 제어기는 교차로 신호정보를 에이전트에 전달하는 행위자이며, 교차로 에이전트는 정보를 수집하여 사고 위험 여부를 판단한다. 차량이 교차로 내에 진입하면 행위자로 할당되어 교차로 에이전트에 운전자 성향 정보, 속도 및 위치 정보를 전달한다. 이 때 속도 및 위치 정보를 전달하는 행위자는 차량에이전트가 될 수 있고, 교차로 내에 존재하는 검지기가 될 수도 있다. 교차로 에이전트는 각 에이전트로부터 전달 받은 신호 제어 정보와 운전자 성향 정보를 통해 신호의 남은 시간, 교차로 통과 시까지 남은 거리 및 운전자의 평소 성향에 따라 감속, 가속 여부를 결정하여 사고 위험을 판단하는 역할을 한다.

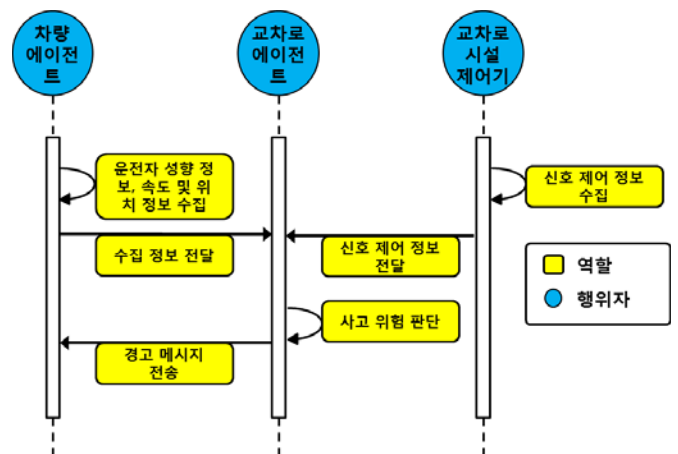


그림 3 역할 기반 교차로 시스템 시퀀스 다이어그램

그림 3 은 ROAD 모델 [3],[4]을 참조하여 응용해 나타낸 역할 기반 교차로 시스템의 모델이다. 그림 2 와 마찬가지로 역할과 역할을 수행하는 행위자로 구성되어 있으며, 사고 위험을 판단하기 위해서 차량 에이

전트와 교차로 시설 제어기는 정보를 전달하는 역할을 하고, 교차로 에이전트는 전달받은 정보를 통해서 사고 위험을 판단하고, 경고 메시지를 차량에이전트에 전달하는 역할이 시간에 따라 비동기적으로 이루어진다.

교차로 내에 진입하는 차량은 매번 변경되어야 하므로 행위자로 설정한다. 이는 역할이 행위자에 동적으로 추가되거나 제거될 수 있는 역동성에 해당되는 특징이다.

또한 교차로 내에 어떠한 차량도 존재하지 않을 수 있는데 이 때는 차량 에이전트 행위자는 존재하지 않고 운전자 성향 정보 수집이라는 역할만 교차로 시스템 내에 남아있게 되며 반대로 운전자 성향 정보 수집의 역할은 다수의 차량 에이전트가 그 역할을 담당할 수 있다. 이것은 역할이 행위자와 상관없이 별도로 존재할 수 있는 독립성과 역할이 여러 행위자에 의해 동시에 할당되는 다양성의 특징을 나타낸다.

속도 및 위치 정보 수집, 운전자 성향 정보 수집, 신호 제어 정보 전달 수집은 사고 위험 판단을 수행하는 역할과 계약(contract)을 통해 연결되어 서로 정보를 주고 받을 때의 제약사항 및 관계 등을 설정한다. 역할 기반 시스템을 사용함으로써 생기는 이점은 첫 번째로 역할간 상호작용을 할 수 있다는 점인데 이를 이용하여 사고위험 여부를 판단할 수 있다.

두 번째로 기존 시스템의 경우 행위자(컴포넌트)가 손상되거나 해당 역할을 수행할 수 없게 되면 전체 시스템에 영향을 미치게 되는데 역할 기반 시스템 구조를 사용할 경우, 행위자의 부재 시에도 전체 시스템에 영향을 미치지 않는다. 교차로 시스템은 생명과 밀접한 연관이 되어있기 때문에 전체 시스템이 손상을 입을 경우 그 피해가 매우 크다. 따라서 행위자의 부재 시에도 다른 행위자를 찾아 대체할 수 있는 ROAD의 구조가 해당 시스템에 적절하다 할 수 있다. 차량 에이전트는 다른 교차로에 포함되었을 경우 다시 행위자가 됨으로써 해당 환경에 적응할 수 있는 적응성 또한 실행 가능하다.

더불어 역할 기반 시스템 구조에는 각 역할이 분류되어 있어 자연스럽게 정보에 접근할 수 있는 권한이 부여되는데 차량 속도나 운전자 성향 정보 등에 접근할 수 있는 역할이 정해져 있어 정보에 대한 접근 통제가 가능하다.

4. 시뮬레이션

본 연구는 역할 기반 시스템을 교차로 에이전트 안전지원 시스템에 적용하여 기존 시스템과의 차이점을 분석하기 위해 자바 프로그래밍 언어를 통하여 시뮬레이션 프로그램을 구현하였다. 그림 3은 역할 기반 에이전트를 활용한 교차로 안전지원시스템을 구현한 java 코드의 일부분이다. 기존의 시스템에서는 각각의 자동차가 사고 여부를 판단하기 위한 모든 정보를 가지고 계산하기 위하여 각각의 쓰레드로 동작하는 객체로 존재하였으나 역할 기반 시스템을 적용하여 구현한 시스템에서는 자동차의 위치나 속도를 계산하는 것을 하나의 역할을 사용하여 자동차와 구분하여 구

```
public class Car {
    private double velocity;
    //속도
    private double initVelocity;
    //초기속도
    private int direction;
    //방향'
    private int lane;
    private double reactionTime; //반응속도
    private int accelReationRate;
    //가속할지 감속할지 0:감속 1:가속
    //private double distance;
    private double accel;
    //private double time;
    private int id=0;
    private double x;
    private double y;
```

```
if(signal.getEastSignal()==1 ||
signal.getEastSignal()==2 &&
newCar.getDirection()==0){ //east,west 신호등이
초록불 혹은 노란불

    if(newCar.getX()+newCar.getVelocity()*signal.getRe
mainEastLight()<=-w){
        newCar.setX(eWaitLine[newCar.getLane()-1]);
        //누적된 stopline
        eWaitLine[newCar.getLane()-1]
        =eWaitLine[newCar.getLane()-1]-1-
        Math.random()*0.5-0.5;
        newCar.setVelocity(0);
        newCar.setId(newCar.getId());
        qEast.offer(newCar);
    } else {//통과 못하면 dilemma zone에 속하는 지 검사
        msgIsDilemma++; //dilemma zone에 속
        if(newCar.getAccelReationRate()==0)//감속
        plusAccelStopOrNot(newCar);
        //가속도를 추가했을 때 통과할 수 있는 지 검사
        else if(newCar.getAccelReationRate()==1)//가
        plusAccelPassOrNot(newCar);
        //가속도를 추가했을 때 멈출 수 있는 지 검사
    }
}
```

그림 4 역할기반 교차로 시스템 구현의 일부분

현하였다. 그 결과 자동차가 각각의 객체로 존재하여 쓰레드를 통해서 실행이 될 때는 시스템의 엄청난 부하를 주어 계산 속도가 현저히 느렸고, 개선한 후에는 계산 속도가 개선되었음을 확인할 수 있었다.

5. 결론

본 연구는 역할 기반 시스템 구조가 가질 수 있는 이점을 알아보고, 교차로에서의 사고를 예방하기 위한 시스템에 적용하여 기존 시스템을 개선할 수 있는지 시뮬레이션 하였다.

교차로 사고 예방 시스템은 차량이라는 행위자가 계속적으로 바뀌어야 한다는 점에서 역할 기반 시스템의 역동성에 적합하며, 역할간의 상호작용을 통해서 정보를 주고 받고 해당 상황에 대해서 적절한 판단을 해야 하는 점, 행위자가 손상되거나 부재 시에 전체 시스템에 어떠한 영향도 미치지 않고, 해당 시스템을 유지하여서 치명적인 상황에 대응할 수 있다는 점, 역할을 부여함으로써 각각 역할마다 정보에 접근할

수 있는 권한을 부여할 수 있어 권한 증명을 할 수 있다는 점에서 적합하다고 할 수 있었다.
이 연구는 교차로 상황에 한정하여 실시하였으므로 이후 연구 범위를 확장하여 일반적인 도로 상황에 적용하여 실험을 할 수 있을 것이다.

검색,” 2012 <http://taas.koroad.or.kr/>

참고문헌

- [1] Zhu, Haibin, and MengChu Zhou. "Roles in information systems: A survey." *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on* 38.3 (2008): 377-396.
- [2] Colman, Alan, and Jun Han. "Using role-based coordination to achieve software adaptability." *Science of Computer Programming* 64.2 (2007): 223-245.
- [3] Colman, Alan Wesley. Role oriented adaptive design. Swinburne University of Technology, Faculty of Information & Communication Technologies, 2006.
- [4] Eun-Young Lee, Hyung-Ju Cho, Seok-Won Lee, Ki-Yeol Ryu. "Agent Based Safety Support System for collision Avoidance in Dilemma Zones". *Journal of Convergence Information Technology(JCIT)*. 2013.
- [5] Jeong Ah Jang, Hyun Suk Kim, Han Byeog Cho(2011), Smart Roadside System for Driver Assistance and Safety
- [6] George Delozier, Ford's "Smart Intersection" Could Reduce Intersection Accident, 2008
- [7] Colman, Alan, and Jun Han. "Roles, players and adaptable organizations." *Applied Ontology* 2.2 (2007): 105-126.
- [8] Colman, Alan, and Jun Han. "Organizational abstractions for adaptive systems." *System Sciences, 2005. HICSS'05. Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on*. IEEE, 2005.
- [9] Steimann, Friedrich. "On the representation of roles in object-oriented and conceptual modelling." *Data & Knowledge Engineering* 35.1 (2000): 83-106.
- [10] Albano, Antonio, et al. "An object data model with roles." *VLDB*. Vol. 93. 1993.
- [11] Ahn, Gail-Joon, et al. "Authorization management for role-based collaboration." *Systems, Man and Cybernetics, 2003. IEEE International Conference on*. Vol. 5. IEEE, 2003.
- [12] Baldoni, Matteo, Guido Boella, and Leendert Van Der Torre. "Bridging agent theory and object orientation: Importing social roles in object oriented languages." *Programming Multi-Agent Systems*. Springer Berlin Heidelberg, 2006. 57-75.
- [13] 황성윤, 정종윤, 이정태, & 류기열. (2013). 역할기반 적응형 분산 시스템을 위한 조직 프레임워크. *정보처리학회논문지. 컴퓨터 및 통신시스템*, 2(9), 369-380.
- [14] 도로교통안전공단, “도로교통공단 교통사고통계