**Описание задачи**

Целью данной работы являлась реализация алгоритма управления светофором. Задача светофора на перекрёстке – это эффективное управление дорожным трафиком. Этого можно достичь, обеспечив эффективное согласование светофоров на перекрестках, учитывая плотность транспортных средств и количество примыкающих к ним дорог. Таким образом, мы имеем 2 дороги с четырьмя возможными направлениями движения. (Рисунок 1). Учитывая, что для car 1 и car 3, а также car 2 и car 4 светофоры дублируются, то будем рассматривать только два направления движения (direction I и direction II).

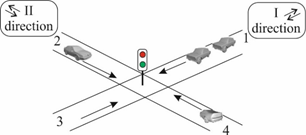


Рисунок 1 – Дорожная развязка используемая в задаче

**Предлагаемое решение**

Этот вопрос легко может быть решён с помощью, координирующей мульти-агентной системы светофоров. Светофор – это устройство, которое выдаёт световой сигнал т.е. красный или зелёный свет согласно правилам. Зелёный означает, что движение разрешено, а красный, что запрещено. Данная работа стремится представить систему агентов, которые координируют, сотрудничают и обмениваются информацией через беспроводную связь на основе среднего времени ожидания и длины очередей на дорогах до перекрестков. Агенты должны управлять светофорами и определять, как долго включать свет, чтобы добиться минимального времени ожидания и сокращения длины очереди в зависимости от преобладающих условий движения.

Для достижения цели требуется решение следующих задач:

1. Реализация включения и выключения светофора
2. Реализация автоматической синхронизации времени переключения светофора
3. Реализация Car-agent трафика, генерирующего автомобиль
4. Реализация автоматической адаптации времени переключения светофора в зависимости от трафика

**Перечень и описание агентов системы**

Список агентов:

1. TrafficLightAgent – представляет собой механизм переключения света с камерой, которая предоставляет данные о загруженности дорожного трафика на выбранном направлении.
2. CarTrafficLightAgent – агент-заглушка для предоставления реальных данных о трафике. С помощью CarGoneBehaviour и CarArriverBehaviour, которые наследуются от TickerBehaviour отправляется информация об убытии и прибытии машин.

Список поведений:

1. RegisterCarArrivedBehaviour – когда камера замечает новую машину и цвет светофора красный, увеличивает WaittingCarsCount;
2. RegisterCarGoneBehaviour – когда камера замечает новую машину и цвет светофора зелёный, уменьшает WaittingCarsCount;
3. LightSwitchSubscriptionResponder – часть FIPA-SUBSCRIBE протокола. Означает, что TrafficLightAgent является сущностью, на которую подписан CarTrafficLightAgent, так что, когда светофор меняет свой цвет, сообщение об этом немедленно передается в CarTrafficLightAgent.
4. ChangeColorProposeResponder – когда какой-нибудь TrafficLightAgent агент пытается изменить цвет светофора, первым делом он запрашивает разрешения от остальных агентов. Часть FIPA-PROPOSE протокола.
5. ChangeColorProposeInitiator – когда время зеленого сигнала светофора или количество ожидающих автомобилей превышает заданные значения, это поведение добавляется к агенту TrafficLightsAgent, что означает, что пришло время включить встречный свет и спросить всех других агентов, возможно ли это. Часть FIPA-PROPOSE протокола.
6. GreenLightTimeCountBehaviour – определяет когда время зелёного света превышает заданное значение.

Другие:

1. LightsColor – принимает значения “Red(0)” и “Green(1)”

**Результат**

Программное обеспечение:

* Java 17 (Eclipse IDE)
* JADE
* Windows 10

Техническое обеспечение:

* Персональный компьютер

Проведено моделирование переключения светофора, автоматическая адаптация времени переключения светофора в зависимости от трафика и подсчета автомобилей. Результаты моделирования в Eclipse Console описаны ниже.

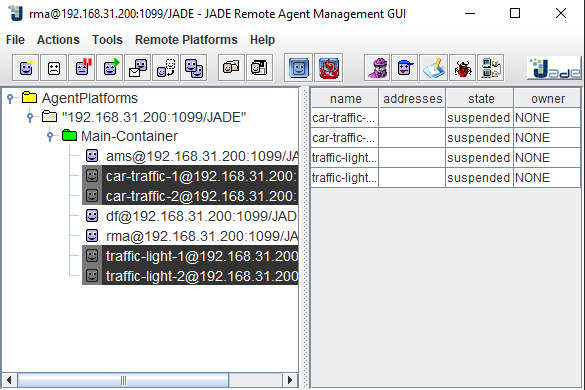


Рисунок 2 – Элементы Main-Container

Результат вывода в консоль:

traffic-light-1: light is now red

traffic-light-2: light is now green

car-traffic-2: subscription request

car-traffic-1: subscription request

traffic-light-1: Car arrived.Total 1

traffic-light-1: Car arrived.Total 2

traffic-light-1: Car arrived.Total 3

car-traffic-1: succesfully subscribed

traffic-light-2: Car gone. Total 0

traffic-light-2: Car gone. Total 0

car-traffic-2: succesfully subscribed

traffic-light-1: Car arrived.Total 4

traffic-light-2: Car gone. Total 0

traffic-light-1: Car arrived.Total 5

traffic-light-1: Car arrived.Total 6

traffic-light-2: Car gone. Total 0

traffic-light-1: Car arrived.Total 7

traffic-light-1: Car arrived.Total 8

traffic-light-2: Car gone. Total 0

traffic-light-1: Car arrived.Total 9

traffic-light-1: Car arrived.Total 10

traffic-light-1: trying to switch the color

traffic-light-2: preparing response

traffic-light-2: response is positive

traffic-light-1: succeded to change the color

traffic-light-2: Car arrived.Total 1

traffic-light-1: Car gone. Total 9

traffic-light-1: Car gone. Total 8

traffic-light-2: Car arrived.Total 2

traffic-light-1: Car gone. Total 7

traffic-light-1: Car gone. Total 6

traffic-light-2: Car arrived.Total 3

traffic-light-1: Car gone. Total 5

traffic-light-1: Car gone. Total 4

traffic-light-2: Car arrived.Total 4

traffic-light-1: Car gone. Total 3

traffic-light-1: Car gone. Total 2

traffic-light-2: Car arrived.Total 5

traffic-light-1: Car gone. Total 1

traffic-light-1: green-light time is over

traffic-light-1: trying to switch the color

traffic-light-2: preparing response

traffic-light-1: Car gone. Total 0

traffic-light-2: response is positive

traffic-light-2: preparing response

traffic-light-1: succeded to change the color

traffic-light-2: response is positive

traffic-light-2: Car gone. Total 4

traffic-light-1: Car arrived.Total 1

traffic-light-1: Car arrived.Total 2

Изменим входные параметры и протестируем систему снова.

Новые параметры:

parameters[1] =

ArgumentBuilder.agent("traffic-light-1",

TrafficLightAgent.class,"1, 0, 15, 15000, 0") +

ArgumentBuilder.agent("traffic-light-2",

TrafficLightAgent.class, "0, 2, 15, 15000, 1") +

ArgumentBuilder.agent("car-traffic-1",

CarTrafficLightAgent.class, "traffic-light-1, 5000, 1") +

ArgumentBuilder.agent("traffic-light-2, 2000, 1",

CarTrafficLightAgent.class, "traffic-light-2, 5000, 0");

Результат вывода в консоль:

car-traffic-1: subscription request

car-traffic-2: subscription request

traffic-light-1: light is now green

traffic-light-2: light is now red

car-traffic-1: succesfully subscribed

car-traffic-2: succesfully subscribed

traffic-light-1: Car gone. Total 0

traffic-light-2: Car arrived.Total 2

traffic-light-1: Car gone. Total 0

traffic-light-2: Car arrived.Total 3

traffic-light-1: Car gone. Total 0

traffic-light-2: Car arrived.Total 4

traffic-light-1: Car gone. Total 0

traffic-light-2: Car arrived.Total 5

traffic-light-2: trying to switch the color

traffic-light-1: preparing response

traffic-light-1: response is positive

traffic-light-2: succeded to change the color

traffic-light-1: Car arrived.Total 1

traffic-light-2: Car gone. Total 4

traffic-light-1: Car arrived.Total 2

traffic-light-2: Car gone. Total 3

traffic-light-1: Car arrived.Total 3

traffic-light-2: Car gone. Total 2

traffic-light-1: Car arrived.Total 4

traffic-light-2: Car gone. Total 1

traffic-light-2: green-light time is over

traffic-light-2: trying to switch the color

traffic-light-1: preparing response

traffic-light-1: response is positive

traffic-light-1: Car arrived.Total 5

traffic-light-1: preparing response

traffic-light-2: succeded to change the color

traffic-light-1: response is positive

traffic-light-2: Car arrived.Total 2

traffic-light-1: Car gone. Total 4

traffic-light-2: Car arrived.Total 3

traffic-light-1: Car gone. Total 3

traffic-light-2: Car arrived.Total 4

traffic-light-1: green-light time is over

traffic-light-2: green-light time is over

traffic-light-1: Car gone. Total 2

traffic-light-1: trying to switch the color

traffic-light-2: Car arrived.Total 5

traffic-light-2: trying to switch the color

traffic-light-1: preparing response

traffic-light-1: response is positive

traffic-light-2: preparing response

traffic-light-2: response is positive

traffic-light-1: preparing response

traffic-light-1: response is positive

traffic-light-2: succeded to change the color

traffic-light-2: Car gone. Total 4

traffic-light-1: Car arrived.Total 3

traffic-light-1: Car arrived.Total 4

traffic-light-2: Car gone. Total 3