



Т.И. Михеева, А.А. Осьмушин

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ УПРАВЛЕНИЯ НЕШТАТНЫМИ СИТУАЦИЯМИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

(Самарский университет)

Реализация информационного управления [1] при возникновении нештатных ситуаций [2] основана на выборе из массива имеющихся на транспортной сети средств информирования $\tilde{T}' \subset \tilde{T}$ тех средств, на которые необходимо направить информационные сообщения. Также требуется формирование содержания данных сообщений. Алгоритм информационного управления транспортными потоками при возникновении нештатных ситуаций приведён на рисунке 1.



Рис. 1. Алгоритм информационного управления транспортными потоками при возникновении нештатных ситуаций

Шаг 1. Получение данных о ситуации

Получение данных о дорожно-транспортной ситуации $s_i \in S$ осуществляется с помощью получения сообщений [3] от соответствующих оперативных служб и систем автоматического детектирования [4]. Производится запись информации о ситуации в базу данных.

Шаг 2. Декларация ситуации нештатной

Предикат P^b определения ситуации $s_i \in S$, как нештатной, определим следующим образом:



$$P^b(s_i) | s_i \in S = \begin{cases} 000 - \text{информация не подтверждена;} \\ 001 - \text{ситуация не является нештатной;} \\ 011 - \text{ситуация является точечной нештатной;} \\ 101 - \text{ситуация является линейной нештатной;} \\ 111 - \text{ситуация является полигональной нештатной.} \end{cases} \quad (1)$$

Для признания ситуации $s_i \in S$ как нештатной и определения её типа по пространственному расположению определены дополнительные функции. С учётом введённых функций определим предикат P^b как:

$$P^b(s_i) | s_i \in S = \begin{cases} 000, \text{ если } \neg(\text{Situation_Confirm}(s_i)); \\ 001, \text{ если } (\text{Situation_Confirm}(s_i)) \wedge (\text{Bad_Sections}(s_i) = 0); \\ 011, \text{ если } (\text{Situation_Confirm}(s_i)) \wedge \text{On_Road}(s_i) \wedge \\ (\text{Bad_Sections}(s_i) = 1) \wedge (\text{Bad_Radius}(s_i) < \varepsilon); \\ 101, \text{ если } (\text{Situation_Confirm}(s_i)) \wedge (((\text{Bad_Sections}(s_i) = 1) \wedge \\ (\text{Bad_Radius}(s_i) > \varepsilon)) \vee (\text{Bad_Sections}(s_i) > 1) \wedge \\ (\forall (\text{Border}_j \in \text{Borders}(\theta_i^X), \text{Influence}(s_i, \theta_i^X)) : \\ (\text{Number}(\text{Adjacent_Influence}(s_i, \text{Border}_j \in \\ \text{Borders}(\theta_i^X))) = 0) \vee \\ ((\text{Number}(\text{Adjacent_Influence}(s_i, \text{Border}_j \in \\ \text{Borders}(\theta_i^X))) = 1) \wedge \\ (\text{Number}(\text{Adjacent}(\text{Border}_j \in \text{Borders}(\theta_i^X))) = 1))) \\ 111, \text{ если } (\text{Situation_Confirm}(s_i)) \wedge ((\text{Bad_sections}(s_i) > 1) \wedge \\ (\exists (\text{Border}_j \in \text{Borders}(\theta_i^X), \text{Influence}(s_i, \theta_i^X)) : \\ (\text{Number}(\text{Adjacent_Influence}(s_i, \text{Border}_j \in \\ \text{Borders}(\theta_i^X))) > 0) \wedge \\ (\text{Number}(\text{Adjacent}(\text{Border}_j \in \text{Borders}(\theta_i^X))) > 1)) \end{cases} \quad (2)$$

Перечень введённых функций:

$\text{Situation_Confirm}(s_i)$ – определение дорожно-транспортной ситуации s_i как подтверждённой ($s_i = b_i$) [5];

$\text{On_Road}(s_i)$ – нахождение ситуации s_i непосредственно на проезжей части;

$\text{Bad_Radius}(s_i)$ – радиус окружности, описывающей затронутый нештатной ситуацией участок проезжей части (геозону непосредственного влияния нештатной ситуации) [6];

$\text{Bad_Sections}(s_i)$ – количество участков улично-дорожной сети, входящих в геозону непосредственного влияния ситуации s_i ;



$Influence(s_i, \theta_i^X)$ – наличие влияния ситуации s_i на участок θ_i^X ;

$Borders(\theta_i^X)$ – перечень границ участка θ_i^X , смежных с другими участками;

$Adjacent(Border_j \in Borders(\theta_i^X))$ – перечень участков, смежных с границей $Border_j$ участка θ_i^X ;

$Adjacent_Influence(s_i, Border_j \in Borders(\theta_i^X))$ – перечень участков, смежных с границей $Border_j$ участка θ_i^X , входящих в геозону непосредственного влияния ситуации s_i ;

$Number(x)$ – количество элементов в перечне x .

Шаг 3. Выбор технических средств информационного управления

Для каждого средства информационного управления $\tilde{t}_i^l \in \tilde{T}^l$ определим предикат P^l , показывающий необходимость его использования:

$$P^l(\tilde{t}_i) | \tilde{t}_i^l \in \tilde{T}_i^l = \begin{cases} 00 & \text{— средство не подлежит использованию;} \\ 11 & \text{— средство подлежит использованию.} \end{cases} \quad (3)$$

Для выявления необходимости использования средств информационного управления определены дополнительные функции:

$Bound(\tilde{t}_i^l)$ – средство информирования привязано к транспортной сети (дислоцировано на карте и имеет пространственные координаты);

$In_Zone_1(b_i, \tilde{t}_i^l)$ – средство информирования \tilde{t}_i^l находится в пределах геозоны непосредственного влияния нештатной ситуации b_i на транспортную сеть;

$In_Zone_2(b_i, \tilde{t}_i^l)$ – средство информирования \tilde{t}_i^l находится в пределах геозоны опосредованного влияния нештатной ситуации b_i на транспортные потоки;

$Distance(b_i, \tilde{t}_i^l)$ – кратчайшее расстояние по транспортной сети в метрах от средства информирования \tilde{t}_i^l до геозоны опосредованного влияния нештатной ситуации b_i на транспортные потоки;

$Remoteness(b_i, \tilde{t}_i^l)$ – кратчайшее расстояние по транспортной сети в узлах графа УДС от средства информирования \tilde{t}_i^l до геозоны опосредованного влияния нештатной ситуации b_i на транспортные потоки;

С учётом введённых функций определим предикат P^l как:

$$P^l(\tilde{t}_i) | \tilde{t}_i^l \in \tilde{T}_i^l = \begin{cases} 00, \text{ если } Bound(\tilde{t}_i^l) \wedge \neg(In_Zone_1(b_i, \tilde{t}_i^l) \vee \\ In_Zone_2(b_i, \tilde{t}_i^l) \vee Distance(b_i, \tilde{t}_i^l) > \mu \vee ; \\ Remoteness(b_i, \tilde{t}_i^l) > \eta \end{cases} \quad (4)$$



$$01, \text{ если } \neg \text{Bound}(\tilde{t}_i^I) \vee (\text{In_Zone_1}(b_i, \tilde{t}_i^I) \vee \\ \text{In_Zone_2}(b_i, \tilde{t}_i^I) \vee \text{Distance}(b_i, \tilde{t}_i^I) \leq \mu \vee \\ \text{Remoteness}(b_i, \tilde{t}_i^I) \leq \eta$$

Шаг 4. Генерация информационных сообщений

Информационные сообщения распространяются с помощью перечня выбранных на шаге 3 средств информационного управления [7].

Если средство информационного управления \tilde{t}_i^I принадлежит множеству индивидуальных GPS, ГЛОНАСС, *Galileo* и *Globalstar* навигационных устройств [8] с коммуникационными функциями \tilde{T}_i^{IN} [9] или множеству интернет-ресурсов с актуальной дорожной информацией \tilde{T}^{II} , то информационным сообщением является дислокация нештатной ситуации на публичной электронной карте с отображением атрибутов (вид, количество перекрытых полос движения).

Если средство информационного управления \tilde{t}_i^I принадлежит множеству информационных сообщений в радиозфире \tilde{T}^{IR} или множеству сервисов сообщений \tilde{T}^{IM} , то информационным сообщением является сообщение в текстовом или аудиоформате с информацией об атрибутах нештатной ситуации (дислокация, вид, количество перекрытых полос движения).

Если средство информационного управления \tilde{t}_i^I принадлежит множеству информационных табло \tilde{T}^{IT} [10], то текстовое сообщение, отображаемое на табло, зависит от типа нештатной ситуации и взаимного расположения табло и нештатной ситуации b_i и может включать в себя следующие данные:

- расстояние до нештатной ситуации;
- расстояние до затора, вызванного нештатной ситуацией;
- описание дислокации нештатной ситуации – улица, перекрёсток улиц, километр;
- вид нештатной ситуации;
- количество перекрытых полос.

Литература

1. Михеева, Т.И. Управление транспортной инфраструктурой / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.Н. Сапрыкин // Самара: Интелтранс, 2015. – 173 с.
2. Осьмушин, А.А. Моделирование нештатных ситуаций на улично-дорожной сети [Электронный ресурс] / А.А. Осьмушин, И.Г. Богданова, А.В. Сидоров // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №6. – Режим доступа : www.science-education.ru/113-11766
3. Осьмушин, А.А. Обмен информацией V2I в геоинформационной транспортной системе в условиях критических ситуаций / А.А. Осьмушин, С.В. Михеев, О.К. Головин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т.16, № 4(2). – С. 399-403.



4. Осьмушин, А.А. Адаптивный алгоритм обработки информации о состоянии транспортной сети / А.А. Осьмушин, И.Г. Богданова, А.А. Федосеев // Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании : материалы XIX Всерос. научно-технической конф. студентов, молодых ученых и специалистов. – Рязань РГРТУ 2014. – С. 16.
5. Сильянов, В.В. Моделирование критических ситуаций в транспортном потоке / В.В. Сильянов, А.В. Уткин, С.А. Елисеева // Наука и техника в дорожной отрасли. – М. : Издательство Дороги, 2008. – № 3. – С. 6-8.
6. Осьмушин, А.А. Метод кластерного анализа в задаче определения областей влияния инцидента на транспортный поток города / А.А. Осьмушин, Т.И. Михеева, О.Н. Сапрыкин, М.В. Гусарова // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS'2016) : труды IV Международной конференции – Уфа : УГАТУ. – 2016. – Т. 2. – С. 170-175.
7. Крылатов, А.Ю. Управление транспортными потоками мегаполиса / А.Ю. Крылатов, В.В. Захаров // Сборник статей Седьмой Российско-Немецкой конференции по логистике и SCM DR-LOG 2012, 2012. – С. 305-310.
8. Яценков, В.С. Основы спутниковой навигации : системы GPS Navstar и ГЛОНАСС / В. С. Яценков. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005.– 272 с.
9. Knoop, V.L. Individual Travelers' Advice: System Setup, Measures, and Expected Results [Электронный ресурс] / V.L. Knoop, W.J. Schakel, E. Jonkers, B. Van Arem // Proceedings of the 90th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 23-27 January 2011, Washington D.C. – 2011. – Режим доступа : http://www.victorknoop.eu/research/papers/trb_ccc.pdf.
10. Traffic incident management handbook / N. Owens, A. Armstrong, P. Sullivan, C. Mitchell. – U.S. Department of Transportation, 2010. – 116 p.

А.А. Осьмушин

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАГРУЗКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

(Самарский университет)

В статье приводится подбор и доработка моделей информационного пространства управления загрузкой транспортной сети при возникновении нештатных ситуаций. Предложены математические модели основных сущностей предметной области: транспортной сети (ТрС) и нештатной ситуации (НС).

Анализ загрузки транспортной сети является многокомпонентной задачей, решение которой требует построения математических моделей управления транспортными процессами (модель загрузки транспортной сети): модель транспортной сети, модель транспортного потока (ТрП), модель технических средств управления транспортной инфраструктурой (ТрИ), модель нештатной ситуации [1].