

# 基于视频安全接入的道路紧急事件响应机制

曹志威<sup>1</sup>,邵旭东<sup>1</sup>,樊志杰<sup>1,2</sup>,刘洋<sup>1</sup>,陈国梁<sup>1</sup>

(1. 公安部第三研究所 信息安全技术部,上海 201204;

2. 同济大学 电子与信息工程学院,上海 200125)

**摘要:**对交通紧急事件发现现场的实时性把控及紧急疏散处理在应急指挥系统中是至关重要的。文中提出一种基于视频安全接入的道路紧急事件响应机制来解决交通紧急事件的迫切性及所造成的治安风险。该方案以实时导入事发现场监控资源为基础,确定交通紧急事件的影响范围,出具动态交通分配的路网应急疏散模型,为影响范围内的车辆提出宏观上的诱导策略,有助于指挥系统制定有效的交通流诱导与控制策略。该方案已在某公安省厅进行试点运行,取得了较好的效果。

**关键词:**智能交通;交通流诱导;视频安全接入;交通紧急事件;交通控制

**中图分类号:**TP399

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2015)07-0166-04

**doi:**10.3969/j.issn.1673-629X.2015.07.037

## Response Mechanism of Road Emergency Based on Video Security Access

CAO Zhi-wei<sup>1</sup>, SHAO Xu-dong<sup>1</sup>, FAN Zhi-jie<sup>1,2</sup>, LIU Yang<sup>1</sup>, CHEN Guo-liang<sup>1</sup>

(1. Information Security Technology Division, The Third Research Institute of Ministry of Public Security,

Shanghai 201204, China;

2. School of Electronics and Information Engineering, Tongji University, Shanghai 200125, China)

**Abstract:** The real-time traffic emergency control and the emergency evacuation method is crucial to the emergency command system. In order to handle the traffic emergency which has a risk causing security problems, propose a response mechanism of road emergency based on video security access in this paper. After monitoring the road emergency scenes, the proposed scheme confirms the traffic emergency incident influence range, and presents a traffic network evacuation model of the dynamic traffic assignment. Macroscopically, these actions would be favorable for the command system to develop the effective traffic flow guidance and control strategy. Recently, the mechanism has been conducted a pilot run in some ministries and agencies, and has achieved good results.

**Key words:** intelligent transportation; traffic flow guidance; video security access; traffic emergency incident; traffic control

## 0 引言

道路交通作为城市的生命线,是保证城市交通应急措施顺利开展的基础设施。当前,一些道路发生交通事故紧急事件后得不到及时救助,严重影响了社会和经济的健康发展。尤其是现在城市交通紧急事件已步入高发期,因此依靠城市现有的通信、计算机网络技术,探索从交通诱导与控制系统出发,如何从容地应对交通紧急事件是目前交通管理部门必须要关注的事情。

政府为了保障道路的交通安全,出台了一系列相关措施,并在重点区域部署了大量监测设备,包括固定摄像头形式和移动警务形式,以获得实时的监控信息。

这些数据信息不仅能够反映出道路当前的交通流量、道路饱和度等指标,还能反映出应急车辆的运行与调度情况,对紧急事件影响范围的划定以及应急车辆的合理调度都起到了积极作用。

文中首先提出了有线和无线的视频安全接入方案,然后依据接入到的视频监控信息和交通流诱导与控制策略,对交通紧急事件影响范围内的车辆进行疏导。

## 1 事发现场视频资源的安全接入

事发现场的监控资源包括有线视频资源和无线视

收稿日期:2014-09-02

修回日期:2014-12-05

网络出版时间:2015-06-23

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51008196);上海高校青年教师培养资助计划(slg12009)

作者简介:曹志威(1985-),男,研究实习员,硕士,研究方向为信息安全、智能交通;邵旭东,通讯作者,助理研究员,硕士,研究方向为信息安全。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20150623.1046.038.html>

频资源,能将这些视频资源安全、快速地接入到指挥系统内网,对管理部门出台正确、合理的应急策略起到关键作用。文中根据有线和无线视频资源各自的特点,分别提出两种接入方案<sup>[1-8]</sup>。

1.1 有线视频资源的安全接入

有线视频安全接入系统采用严格的2+1模式,分别是视频前置服务器、视频后置服务器和视频安全隔离网闸。

(1) 视频前置服务器。

增加视频前置服务器,对接入对象进行认证,并对视频信令格式进行检查及内容过滤,只允许合法的协议和数据通过。对传入指挥系统内网的视频流与视频控制信令进行分离,严格区分视频数据与控制信令并分别进行传输,同时对传入指挥系统内网的视频流、控制信令分别进行协议剥离、格式检查和内容过滤。访问控制采用基于角色的配置策略。

视频数据格式检查按照预先注册的视频数据格式,对所传输的视频数据进行实时分析和过滤,对不符合格式的视频数据进行阻断和报警。采取必要的安全技术防范措施,防止视频数据夹杂恶意代码进入指挥系统内网。对非法输出指挥系统数据进行阻断。

(2) 视频安全隔离网闸。

视频安全隔离网闸具备单向通道和双向通道,其中视频流采用单向传输,视频控制信令采用双向传输。

(3) 视频后置服务器。

增加视频后置服务器,对指挥系统内网上访问事发现场视频资源的用户进行统一注册、身份认证及权限管理,仅允许认证通过的用户主动访问已授权的视频资源,阻断非视频数据通过该视频传输系统传输。

对指挥系统内网用户进行统一注册、身份认证及权限管理。访问控制采用基于角色的配置策略。

1.2 无线视频资源的安全接入

无线视频安全接入系统能够将现场救援人员采集到的实时画面通过WIFI、3G的形式安全、快速地传输到应急指挥系统内网,以便指挥系统内部人员分析。无线视频安全接入方案是在有线视频安全接入方案的基础上增加一台视频安全接入VPN服务器,该服务器所起的作用主要体现在:

- (1) 完成对移动警务终端的TF卡软证书认证;
- (2) 采用支持网络层加密的安全传输协议对会话通道进行加密传输;
- (3) 基于流量均衡控制技术,进行动态流量分配,改善因无线信道不稳定带来的视频传输抖动;
- (4) 配合传输视频内容的完整性校验,以确保无线视频资源接入的安全性、完整性。

另外三台设备与有线视频的类似。

2 交通紧急事件影响范围的确定

本节主要依据上述接入方案将紧急事件发生后前端传来的视频信息以及影响范围内的道路信息,完整、安全地传输到应急指挥系统内部,然后依据这些数据信息,以及下文提到的方法来确定交通紧急事件的影响范围。其影响范围的确定策略如下<sup>[9-11]</sup>:

(1) 依据文献[4]提出的道路阻抗模型来确定交叉口或者路段的通行时间,其中通行时间越长,说明此交叉口或者路段的通行能力越小,此交叉口或者路段为一个拥堵点,计算公式如下:

t = 3 600 d/v

v = \frac{1}{2} v\_0 \pm \sqrt{(v\_0/2)^2 - Q v\_0/k\_m}

式中,t为交叉口之间的路段行程时间(s);d为路段长度(km);v为路段车速(km/h);v<sub>0</sub>为交通量趋于零时的行驶车速,即畅行速度(km/h);Q为路段交通量(pcu/h);k<sub>m</sub>为路段阻塞密度;t<sub>0</sub>为交通量为零时的路段行程时间(s)。

(2) 备选区域的确定。备选区域是缓堵分流路段和事发区域的统称。事发区域内交通拥挤说明该区域通行能力下降,已经难以满足交通需求。需要寻找相邻道路进行交通分流,这样的道路称为缓堵分流路段,用于分担受影响车辆的交通需求。

在交通低峰和平峰期,一般将抗堵塞系数作为缓堵路段选择的标准:

B(i,j) = \frac{S(P'\_{ij})}{S(P\_{ij})}

式中,B(i,j)为抗堵塞系数;S(P<sub>ij</sub>)为节点i到节点j的最短路径长度;S(P'<sub>ij</sub>)为去除受堵路段节点i到节点j的最短路径长度。

紧急事件发生时由于路段饱和度较大,选取缓堵分流路段时仅考虑最短路径的抗堵塞系数与事实有一定差异。因此,文中提出在交通高峰期采用“先平行,后上游,就近为主”的选择方式作为标准。紧急事件发生时对路网的影响主要体现在两方面:只影响路段和路段、交叉口都影响。其中当事发现场在路段时,缓堵分流路段首先选择与事发现场拥堵路段平行的路线。若已经选择的分流路段难以满足下文提出的紧急事件影响范围的评价标准,则需对缓堵分流路段的选择区域继续进行扩大,这时要考虑将事发现场内拥堵路段的上游道路加入;运用上面的思路进行缓堵分流路段的循环搜索方式如图1(a)所示。如果事发现场包括路段和交叉口,事件的影响范围会向交叉口的各个进口道、出口道方向蔓延。其中缓堵分流路段的选择,以事发现场交叉口为中心向四周扩散(见图1(b))。要注意为了避免过多的对城市路网造成影响,

选择缓堵分流路段时应尽可能控制。

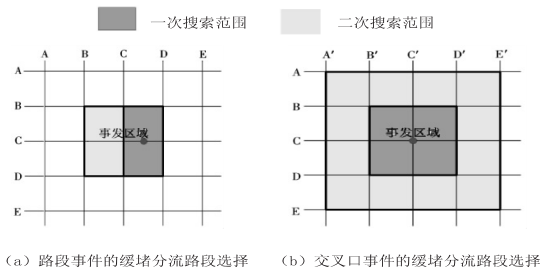


图1 缓堵分流路段选择

(3) 文中主要依据系统最优的原则在第三节提出了基于动态交通分配的路网应急疏散模型。

(4) 将  $\lambda$  (总出行时间变化指数) 作为评价指标, 主要用事发前该区域的总出行时间  $T_1$  与影响范围内交通流重新分配后的总出行时间  $T_2$  的相对变化率, 来计算总出行时间变化指数  $\lambda$ , 计算公式如下:

$$\lambda = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \quad (4)$$

其中, 总出行时间变化指数  $\lambda$ , 可用于判断影响范围内拥堵车流疏导策略的可行性。若  $\lambda$  较小, 说明拥堵交通流对备选区域的影响较小; 反之, 需对备选区域进行继续扩大。根据上海市交通路网的仿真与统计数据, 一般控制在  $\lambda \leq 60\%$ 。在这个区间内, 可接受划定的影响范围满足要求, 当  $\lambda$  继续增大的话, 难以接受其为影响范围, 需继续扩大寻找范围。

(5) 影响区域的更新修正。在交通事件处理结束之前, 需对事件的影响范围定时更新, 一般更新的定时周期定为 20 min。

### 3 交通紧急事件影响范围车辆的实时动态诱导

本节基于动态交通分配的理论, 再结合道路网的实际特征, 建立以系统总疏散时间最短为目标函数的应急疏散模型, 寻找其最优的交通流量分配策略, 从而对路网内的交通流进行快速疏散。

#### 3.1 应急疏散模型

文中用有向图  $G = (V, E)$  来描述交通路网, 其中  $E$  表示有向弧集, 即路段集, 路段  $a \in E$ ;  $V$  表示路网节点集。因为其中一些节点可能是起点, 也可能是中间点或者终点, 也就是说它们之间是相互相交的。因此  $V$  包含 3 个子集, 分别为: 起点集、中间节点集和终点集。文中用  $n$  表示终点, 用  $k$  表示中间点或起点。 $u_a^n(t)$  表示路段  $a$  上  $t$  时刻流向终点  $n$  的路段流入率,  $v_a^n(t)$  表示路段流出率。

$A(k)$  表示以  $k$  为起点的有向路段集合,  $B(k)$  则表示以  $k$  为终点的有向路段集合。

$h_k^n(t)$  表示  $k$  节点  $t$  时刻产生的流向终点  $n$  的转

移率, 文中在建模过程中均假设其值是确定的。在时段  $[0, T]$  内,  $x_a(t)$  表示路段  $a$  上  $t$  时刻存在的车辆数, 即交通负荷。 $x_a^n(t)$  表示路段  $a$  流向终点  $n$  的交通负荷, 可见:

$$x_a(t) = \sum_{n \in N} x_a^n(t), \forall a \in A, \forall t \in [0, T] \quad (5)$$

当城市路网发生交通紧急事件时, 及时将事发现场受影响的车辆疏散到安全区域是应急部门的首要任务。总体思想是充分利用路网的最大通行能力, 按照某种目标原则, 对路网上的交通流进行重新分配, 对车流进行快速诱导。文中采用系统最优的动态交通分配原则, 将动态网络流的思想应用到交通流疏散问题中。从而构造从事发点到疏散出口点的应急疏散模型, 用于将影响范围内的车辆快速疏散到安全区域<sup>[12-15]</sup>。

所建模型的约束条件如下:

(1) 节点流量守恒约束条件。

$$\sum_{a \in A \subset k} u_a^n(t) = h_k^n(t) + \sum_{a \in B \subset k} v_a^n(t), \forall k, n, t; k \neq n$$

$$\sum_{a \in A \subset n} u_a^n(t) = 0, \forall n, t \quad (6)$$

(2) 路段状态方程。

$x_a^n(t)$  和累计离开路段  $a$  的车辆数之和, 一定等于累计进入路段  $a$  的车辆数, 也即:

$$\int_0^t u_a^n(w) dw = \int_0^t v_a^n(w) dw + x_a^n(t) \quad (7)$$

或等价于:

$$\frac{dx_a^n(t)}{dt} = u_a^n(t) - v_a^n(t), \forall a, n, t \quad (8)$$

事实上, 式(8)表示了控制变量  $u_a^n(t)$  及  $v_a^n(t)$  和状态变量  $x_a^n(t)$  的关系。

(3) 流量传播约束条件。

$$x_a^n(t) = \int_t^{t+c_a(t)} v_a^n(w) dw \quad (9)$$

为了分析问题与计算的方便, 当路段流出率随时间变化不大时, 可以对上式进行简化, 如下所示:

$$v_a^n(t) (t + c_a(t) - t) = x_a^n(t) \quad (10)$$

得:

$$v_a^n(t) = x_a^n(t) / c_a^n(t) \quad (11)$$

其中,  $c_a(t)$  为路段车行时间函数。

(4) 非负约束。

$$x_a^n(t) = 0, \forall a, n, t \leq 0; \quad (12)$$

$$u_a^n(t) = 0, \forall a, n, t \leq 0; \quad (13)$$

$$x_a^n(t) \geq 0, \forall a, n, t \in [0, T] \quad (14)$$

$$u_a^n(t) \geq 0, \forall a, n, t \in [0, T] \quad (15)$$

结合上述约束条件, 以及系统总疏散时间最短的



优化目标,得到的动态交通分配的应急疏散模型为:

$$\min_u J(x, u) = \sum_{a \in E} \int_0^T u_a(t) dt + \sum_{a \in E} \int_0^T x_a(t) dt \quad (16)$$

基于动态交通分配的应急疏散模型能较好地运用于疏散策略中,主要是因为建模的过程中考虑到了疏散的各个环节。

### 3.2 应急疏散策略

文中应用一个实例对应急疏散策略进行阐述,如图2所示。设某地一小型路网由7个节点组成,假设在交叉口A发生紧急事件。首先对疏散区域、安全区域和中间区域进行定义。一般情况下,疏散区域的定义需要考虑事件的严重程度、事发现场的地区形态、路网通行能力和目标疏散范围。在下面的实例中,交叉口A是疏散源节点,假设待疏散车辆经过中间区域的节点C、B和D到达安全区域的节点E、F和G。

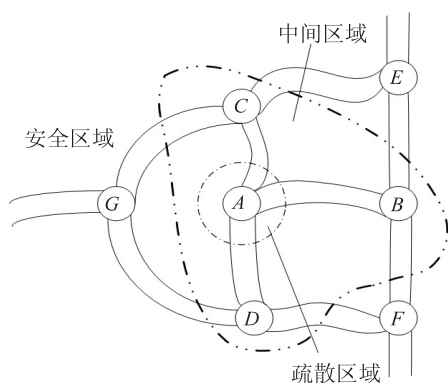


图2 路网结构图

通过上述视频接入方案传来的路网交通信息,再依据上面建立的疏散模型,为应急范围内的各条路段分配流量。文中动态交通分配模型建立的目的就是在考虑系统整体应急疏散时间达到最优的原则下,将影响范围内的交通流分配到缓堵分流路段上。

其中上面模型求出的实时路段分配流量,对指挥控制系统起到了宏观的辅助作用,具体到每条路段上还需要借助相应的措施进行诱导。

## 4 结束语

为了使道路紧急事件事发现场的监控资源能够安全、快速地传递到应急指挥系统内网,首先提出了针对不同网域中视频资源传输的视频安全接入方案。该方案已经在某公安厅投入运行,并且取得了不错效果。同时依据现场反馈的监控信息,设计了交通紧急事件影响范围的确定方法。最后运用网络优化的思想,在宏观层面上提出了基于动态交通分配的路网应急疏散模型,为事发现场的交通疏导提供了策略。该应急响应机制能够保证事发现场实况信息快速、安全地传入到指挥系统内网,这些信息便于指挥系统划定交通紧

急事件的影响范围,同时制定有效的交通流诱导与控制策略。然而还存在一定弊端,主要体现在只在宏观层面上分配了交通流量,但是如何将这些拥堵车辆诱导到每个路段或者交叉口上还没有具体措施。

### 参考文献:

- [1] 马卓,马建峰,李兴华,等.可证明安全的可信网络连接协议模型[J].计算机学报,2011,34(9):1669-1678.
- [2] 张明德,郑雪峰,吕述望,等.身份认证可信度研究[J].计算机科学,2011,38(11):43-47.
- [3] 赵伯听,李飞,牟鹏至.一种安全单向信息传输设备研究及设计[J].计算机应用与软件,2010,27(6):98-99.
- [4] 邱昱,王玉磊,周利华.一种基于可信计算的VPN接入认证方案[J].计算机科学,2009,36(7):76-78.
- [5] 万平国.网络隔离与网闸[M].北京:机械工业出版社,2004:34-36.
- [6] Lee Daesung, Jang H S, Kim K C. A lightweight protocol based on the SSL protocol for handheld devices[C]//Proc of 2013 international conference on information science and applications. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2013.
- [7] Li Wei, Xiang Shuyue, Chen Shuangbao. Improvement method of SSL protocol identity authentication based on the attribute certificate[C]//Proc of the 2012 international conference on computer science and service system. [s. l.]: IEEE, 2012: 1749-1752.
- [8] Bregni S, Giacomazzi P, Poli A. Cost-performance optimization of SSL-based secure distributed infrastructures[J]. IEEE Latin America Transactions, 2011, 9(4): 550-556.
- [9] 苏兵,徐寅峰.交通网络的抗堵塞能力分析与计算[J].系统工程,2005,23(6):16-20.
- [10] Engelson L. On dynamics of traffic queues in a road network with route choice based on real time traffic formation[J]. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2010, 11(2): 161-183.
- [11] 陈岳明,萧德云.基于动态交通分配的路网应急疏散模型[J].清华大学学报:自然科学版,2009,49(8):1102-1105.
- [12] 刘杨,云美萍,彭国雄.应急车辆出行前救援路径选择的多目标规划模型[J].公路交通科技,2009,26(8):135-139.
- [13] 李振龙,荣建,赵晓华.交通控制与诱导集成的关键问题评述[J].公路交通科技,2008,25(8):108-113.
- [14] Adler J L, Satapathy G, Manikonda V, et al. A multiagent approach to cooperative traffic management and route guidance[J]. Transportation Research Part B, 2005, 39: 297-318.
- [15] Mu Feiyan, Zhang Jiafen, Du Jing. Application of the secure transport SSL protocol in network communication[C]//Proc of 2011 4th international symposium on computational intelligence and design. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 2011.

作者：[曹志威](#)，[邵旭东](#)，[樊志杰](#)，[刘洋](#)，[陈国梁](#)，[CAO Zhi-wei](#)，[SHAO Xu-dong](#)，[FAN Zhi-jie](#)，[LIU Yang](#)，[CHEN Guo-liang](#)

作者单位：[曹志威, 邵旭东, 刘洋, 陈国梁, CAO Zhi-wei, SHAO Xu-dong, LIU Yang, CHEN Guo-liang \(公安部第三研究所 信息安全技术部, 上海, 201204\)](#)，[樊志杰, FAN Zhi-jie \(公安部第三研究所 信息安全技术部, 上海 201204; 同济大学 电子与信息工程学院, 上海 200125\)](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2015(7)

引用本文格式：[曹志威](#). [邵旭东](#). [樊志杰](#). [刘洋](#). [陈国梁](#). [CAO Zhi-wei](#). [SHAO Xu-dong](#). [FAN Zhi-jie](#). [LIU Yang](#). [CHEN Guo-liang](#) [基于视频安全接入的道路紧急事件响应机制](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(7)