



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103854072 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 11

(21) 申请号 201410097795. 2

(22) 申请日 2014. 03. 17

(71) 申请人 湖南工学院

地址 421002 湖南省衡阳市珠晖区衡花路
18 号

(72) 发明人 高为民

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 吴贵明

(51) Int. Cl.

G06Q 10/04 (2012. 01)

G06Q 10/08 (2012. 01)

G06Q 50/28 (2012. 01)

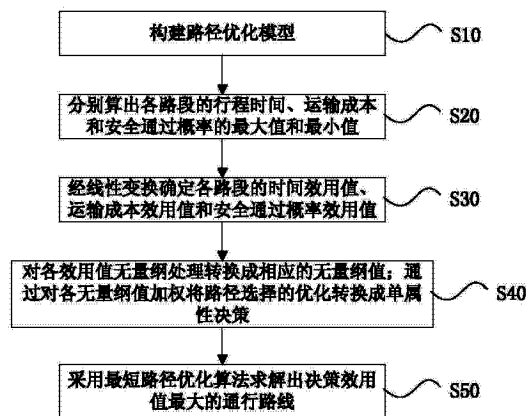
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

用于路径选择的处理方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种用于路径选择的处理方法及系统,该方法包括:构建路径优化模型,路径优化模型包括:各路段行程时间的目标函数、运输成本的目标函数和安全通过概率的目标函数;根据多属性决策理论将各目标函数进行效用转换,分别算出各路段的行程时间、运输成本和安全通过概率的最大值和最小值;经线性变换确定各路段的时间效用值、运输成本效用值和安全通过概率效用值;将时间效用值、运输成本效用值和安全通过概率效用值分别进行无量纲处理转换成相应的无量纲值;通过对各无量纲值加权将路径优化转换成单属性决策;采用最短路径优化算法求解出决策效用值最大的通行路线。本发明简化了路径选择的过程,并能充分满足应急救援物资的运输要求。



1. 一种用于路径选择的处理方法,用于从通行网络中根据起始点和目的点寻找最佳的通行路线,其特征在于,包括以下步骤:

针对路径通行网络构建路径优化模型,所述路径优化模型包括:各路段行程时间的目标函数、各路段运输成本的目标函数和各路段安全通过概率的目标函数;

根据多属性决策理论将各目标函数进行效用转换,分别算出各路段的行程时间、运输成本以及安全通过概率的最大值和最小值;

经线性变换确定各路段的时间效用值、运输成本效用值和安全通过概率效用值;

将所述时间效用值、运输成本效用值和安全通过概率效用值分别进行无量纲处理转换成相应的无量纲值;通过对各无量纲值加权将路径选择的优化转换成单属性决策;

采用最短路径优化算法求解出决策效用值最大的通行路线。

2. 根据权利要求1所述的用于路径选择的处理方法,其特征在于,

所述行程时间的目标函数为: $T = \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n X_{st} (-\lg T_{st})$;

上式中, T_{st} 表示通过救灾道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 所用的时间, X_{st} 是表示道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 是否在救灾车辆选定的路径上的决策变量,其中, V_s 代表起点, V_t 代表目的点; T 为救灾车辆到灾区目的点运输线路的总时间; s 为代表起点的整数, t 为代表目的点的整数。

3. 根据权利要求1所述的用于路径选择的处理方法,其特征在于,

所述运输成本的目标函数为: $C = \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n C_{st} X_{st}$;

上式中, C_{st} 表示通过救灾道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 所用的运输成本, X_{st} 是表示道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 是否在救灾车辆选定的路径上的决策变量,其中, V_s 代表起点, V_t 代表目的点; C 为救灾车辆到灾区目的点运输线路的总成本; s 为代表起点的整数, t 为代表目的点的整数。

4. 根据权利要求1所述的用于路径选择的处理方法,其特征在于,

所述安全通过概率的目标函数为: $P = \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n X_{st} (-\lg P_{st})$;

上式中, P_{st} 表示通过救灾道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 的安全通过概率, X_{st} 是表示道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 是否在救灾车辆选定的路径上的决策变量,其中, V_s 代表起点, V_t 代表目的点; P 为救灾车辆到灾区目的点运输线路的安全通过概率; s 为代表起点的整数, t 为代表目的点的整数。

5. 根据权利要求1所述的用于路径选择的处理方法,其特征在于,

所述时间效用值的计算公式为: $G_{tst} = \frac{t_{st}}{T_{\max}}$; 其中, G_{tst} 为通过线路 L_{st} 的时间效用值, T_{\max} 为从起点到目的点线路上最长的行程时间, t_{st} 为过线路 L_{st} 的行程时间;

所述运输成本效用值的计算公式为: $G_{cst} = \frac{C_{st}}{C_{\max}}$; 其中, G_{cst} 为通过线路 L_{st} 的运输成本效用值, C_{\max} 为从起点到目的点线路上最大的运输成本, C_{st} 为过线路 L_{st} 的运输成本;

所述安全通过概率效用值的计算公式为: $G_{pst} = \frac{P'_{st}}{P'_{\max}}$; 其中, G_{pst} 为通过线路 L_{st} 的安全通过概率效用值,其中, $p'_{st} = \lg p_{st}$, $p'_{\max} = \lg p_{\max}$, p_{\max} 为从起点到目的点线路上最大的安全通过概率, p_{st} 为过线路 L_{st} 的安全通过概率。

6. 根据权利要求1所述的用于路径选择的处理方法,其特征在于,

所述最短路径优化算法采用改进型的迪克斯特拉算法,包括:

A、将起点标记为固定节点,与起点直接连接的节点标记为临时节点,网络中它节点为未标记节点;

B、判断出发时刻 t_0 所属时段,并计算出该固定节点至临时节点的行程时间、运输成本和安全通过概率;

C、计算每一个临时节点 I 的 d 值,所述 d 值是指所述临时节点的决策效用值;

D、选择 d 值最大的临时节点,判断该点是否为目标节点,是则停止算法,否则,将该临时点标记为固定节点,并将与该固定节点直接相连的节点标记为临时节点,并计算新标志为临时节点的 d 值,直至找到目标节点,或者网络中所有节点都标记为固定节点。

7. 根据权利要求 1 至 6 任一项所述的用于路径选择的处理方法,其特征在于,还包括:

采集道路状况的实时数据,通过处理后获得当前时段各路段行程时间的预测值,如果计算得到的车辆最优路径与初始方案不同,并且新路线的决策效用值与原路线的决策效用值相比超过预定阈值,则按新路线行驶;否则,维持原路线不变。

8. 一种用于路径选择的处理系统,其特征在于,包括:

路径优化模型构建模块,用于针对救灾路径通行网络进行路径选择优化,包括:各路段行程时间的目标函数、各路段运输成本的目标函数和各路段安全通过概率的目标函数;

目标函数效用转换模块,用于根据多属性决策理论将各目标函数进行效用转换,分别算出各路段的行程时间、运输成本和安全通过概率的最大值和最小值;

线性变换模块,用于经线性变换确定各路段的时间效用值、运输成本效用值和安全通过概率效用值;

无量纲处理模块,用于将所述时间效用值、运输成本效用值和安全通过概率效用值分别进行无量纲处理转换成相应的无量纲值;通过对各无量纲值加权将路径选择的优化转换成单属性决策;

优化决策模块,用于采用最短路径优化算法求解出决策效用值最大的通行路线。

9. 根据权利要求 8 所述的用于路径选择的处理系统,其特征在于,

所述优化决策模块采用改进型的迪克斯特拉算法,包括:

A、将起点标记为固定节点,与起点直接连接的节点标记为临时节点,网络中它节点为未标记节点;

B、判断出发时刻 t_0 所属时段,并计算出该固定节点至临时节点的行程时间、运输成本和安全通过概率;

C、计算每一个临时节点 I 的 d 值,所述 d 值是指所述临时节点的决策效用值;

D、选择 d 值最大的临时节点,判断该点是否为目标节点,是则停止算法,否则,将该临时点标记为固定节点,并将与该固定节点直接相连的节点标记为临时节点,并计算新标志为临时节点的 d 值,直至找到目标节点,或者网络中所有节点都标记为固定节点。

10. 根据权利要求 8 或者 9 所述的用于路径选择的处理系统,其特征在于,

还包括动态调整模块,用于采集道路状况的实时数据,通过处理后获得当前时段各路段行程时间的预测值,如果计算得到的车辆最优路径与初始方案不同,并且新路线的决策效用值与原路线的决策效用值相比超过预定阈值,则按新路线行驶;否则,维持原路线不变。

用于路径选择的处理方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及交通运输领域,特别地,涉及一种用于路径选择的处理方法及系统。

背景技术

[0002] 城市道路交通系统是城市复杂巨系统的重要组成部分,它直接影响着整个城市的经济发展及居民日常生活活动。城市道路网络复杂交织,当地震灾害发生时,不同程度的道路损害以及坍塌建筑物覆盖在路面上,都将严重影响整个道路网络的通行能力,进而降低通行效率。地震灾害发生时,不仅会造成直接的经济损失,倘若因救援工作不及时引起的间接损失也是非常严重的,因此,最优路径选择是应急救援中的一个关键问题。

[0003] 而目前常规的路径选择模型是对一系列出发点和需求点,选择适当的行车路径,在满足一定的约束条件的情况下,达到一定的优化目标,优化目标通常是运输的费用、距离或时间等。如公开号为 CN103246932A 的中国专利文献《一种基于利润最大化的货车最优路径搜索方法与装置》,就公开了一种针对货运路径的处理方法与装置,以使得每次货运利润最大化,提高运输生产计划制定的精准度,充分发挥运输资源能力,减少物流运营成本。但是,应急救援车辆路径选择模型的目标是要在尽可能短的时间里赶到救灾现场并且尽最大可能的满足所有需求,不惜以运费为代价。且在震后环境下,我们要充分考虑道路交通的通行能力变化对救援车辆行程时间的影响,另外,应急救援最优路径并非是最短路径,而需要综合考虑资源运输的时效性和经济性两因素,从而最大化地满足灾后应急救援物质的运输要求,以减少救援不及时导致的直接和间接损失。

发明内容

[0004] 本发明目的在于提供一种针对应急救援的用于路径选择的处理方法及系统,以解决现有的应急救援运输路径选择难以满足时效性、经济性及安全性的综合要求的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0006] 一种用于路径选择的处理方法,用于从通行网络中根据起始点和目的点寻找最佳的通行路线,包括以下步骤:

[0007] 针对路径通行网络构建路径优化模型,路径优化模型包括:各路段行程时间的目标函数、各路段运输成本的目标函数和各路段安全通过概率的目标函数;

[0008] 根据多属性决策理论将各目标函数进行效用转换,分别算出各路段的行程时间、运输成本和安全通过概率的最大值和最小值;

[0009] 经线性变换确定各路段的时间效用值、运输成本效用值和安全通过概率效用值;

[0010] 将时间效用值、运输成本效用值和安全通过概率效用值分别进行无量纲处理转换成相应的无量纲值;通过对各无量纲值加权将路径选择的优化转换成单属性决策;

[0011] 采用最短路径优化算法求解出决策效用值最大的通行路线。

[0012] 进一步地,行程时间的目标函数为: $F = \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n X_{st} (-\lg T_{st})$;

[0013] 上式中, T_{st} 表示通过救灾道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 所用的时间, X_{st} 是表示道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 是否在救灾车辆选定的路径上的决策变量, 其中, V_s 代表起点, V_t 代表目的点; T 为救灾车辆到灾区目的点运输线路的总时间; s 为代表起点的整数, t 为代表目的点的整数。

[0014] 进一步地, 运输成本的目标函数为: $C = \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n C_{st} X_{st}$;

[0015] 上式中, C_{st} 表示通过救灾道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 所用的运输成本, X_{st} 是表示道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 是否在救灾车辆选定的路径上的决策变量, 其中, V_s 代表起点, V_t 代表目的点; C 为救灾车辆到灾区目的点运输线路的总成本; s 为代表起点的整数, t 为代表目的点的整数。

[0016] 进一步地, 安全通过概率的目标函数为: $P = \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n X_{st} (-\lg P_{st})$;

[0017] 上式中, P_{st} 表示通过救灾道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 的安全通过概率, X_{st} 是表示道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 是否在救灾车辆选定的路径上的决策变量, 其中, V_s 代表起点, V_t 代表目的点; P 为救灾车辆到灾区目的点运输线路的安全通过概率; s 为代表起点的整数, t 为代表目的点的整数。

[0018] 进一步地, 时间效用值的计算公式为: $G_{tst} = \frac{t_{st}}{T_{\max}}$; 其中, G_{tst} 为通过线路 L_{st} 的时间效用值, T_{\max} 为从起点到目的点线路中最长的行程时间, t_{st} 为过线路 L_{st} 的行程时间;

[0019] 运输成本效用值的计算公式为: $G_{cst} = \frac{C_{st}}{C_{\max}}$; 其中, G_{cst} 为通过线路 L_{st} 的运输成本效用值, C_{\max} 为从起点到目的点线路中最大的运输成本, C_{st} 为过线路 L_{st} 的运输成本;

[0020] 安全通过概率效用值的计算公式为: $G_{pst} = \frac{p'_{st}}{p'_{\max}}$; 其中, G_{pst} 为通过线路 L_{st} 的安全通过概率效用值, 其中, $p'_{st} = \lg p_{st}$, $p'_{\max} = \lg p_{\max}$, p_{\max} 为从起点到目的点线路中最大的安全通过概率, p_{st} 为过线路 L_{st} 的安全通过概率。

[0021] 进一步地, 最短路径优化算法采用改进型的迪克斯特拉算法, 包括:

[0022] A、将起点标记为固定节点, 与起点直接连接的节点标记为临时节点, 网络中它节点为未标记节点;

[0023] B、判断出发时刻 t_0 所属时段, 并计算出该固定节点至临时节点的行程时间、运输成本和安全通过概率;

[0024] C、计算每一个临时节点 I 的 d 值, d 值是指临时节点的决策效用值;

[0025] D、选择 d 值最大的临时节点, 判断该点是否为目标节点, 是则停止算法, 否则, 将该临时点标记为固定节点, 并将与该固定节点直接相连的节点标记为临时节点, 并计算新标志为临时节点的 d 值, 直至找到目标节点, 或者网络中所有节点都标记为固定节点。

[0026] 进一步地, 还包括:

[0027] 采集道路状况的实时数据, 通过处理后获得当前时段各路段行程时间的预测值, 如果计算得到的车辆最优路径与初始方案不同, 并且新路线的决策效用值与原路线的决策效用值相比超过预定阈值, 则按新路线行驶; 否则, 维持原路线不变。

[0028] 根据本发明的另一方面, 还提供一种用于路径选择的处理系统, 包括:

[0029] 路径优化模型构建模块, 用于针对救灾路径通行网络进行路径选择优化, 包括: 各路段行程时间的目标函数、各路段运输成本的目标函数和各路段安全通过概率的目标函数;

- [0030] 目标函数效用转换模块,用于根据多属性决策理论将各目标函数进行效用转换,分别算出各路段的行程时间、运输成本和安全通过概率的最大值和最小值;
- [0031] 线性变换模块,用于经线性变换确定各路段的时间效用值、运输成本效用值和安全通过概率效用值;
- [0032] 无量纲处理模块,用于将时间效用值、运输成本效用值和安全通过概率效用值分别进行无量纲处理转换成相应的无量纲值;通过对各无量纲值加权将路径选择的优化转换成单属性决策;
- [0033] 优化决策模块,用于采用最短路径优化算法求解出决策效用值最大的通行路线。
- [0034] 进一步地,优化决策模块采用改进型的迪克斯特拉算法,包括:
- [0035] A、将起点标记为固定节点,与起点直接连接的节点标记为临时节点,网络中它节点为未标记节点;
- [0036] B、判断出发时刻 t_0 所属时段,并计算出该固定节点至临时节点的行程时间、运输成本和安全通过概率;
- [0037] C、计算每一个临时节点 I 的 d 值,d 值是指临时节点的决策效用值;
- [0038] D、选择 d 值最大的临时节点,判断该点是否为目标节点,是则停止算法,否则,将该临时点标记为固定节点,并将与该固定节点直接相连的节点标记为临时节点,并计算新标志为临时节点的 d 值,直至找到目标节点,或者网络中所有节点都标记为固定节点。
- [0039] 进一步地,还包括动态调整模块,用于采集道路状况的实时数据,通过处理后获得当前时段各路段行程时间的预测值,如果计算得到的车辆最优路径与初始方案不同,并且新路线的决策效用值与原路线的决策效用值相比超过预定阈值,则按新路线行驶;否则,维持原路线不变。
- [0040] 本发明具有以下有益效果:
- [0041] 本发明路径选择处理方法及处理系统,在设计路径优化模型时,综合考虑了路段的行程时间、运输成本和安全通过概率三个属性,并通过将多属性问题转换成单属性问题,并采用最短路径优化算法求解优化路径,简化了路径选择的过程,并能充分满足灾后应急救援物资的运输要求,使得救灾物资在保障安全通过概率的前提下,以最小的成本和最快的速度到达目的点。
- [0042] 除了上面所描述的目的、特征和优点之外,本发明还有其它的目的、特征和优点。下面将参照图,对本发明作进一步详细的说明。

附图说明

- [0043] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:
- [0044] 图 1 是本发明优选实施例路径选择处理方法的步骤流程示意图;
- [0045] 图 2 是本发明优选实施例最短路径优化算法的流场示意图;
- [0046] 图 3 是本发明优选实施例单属性决策的模型求解流程图;
- [0047] 图 4 是本发明优选实施例中带有动态调整方案的步骤流程示意图;
- [0048] 图 5 是本发明具体实施例中救灾路径网络的节点示意图;
- [0049] 图 6 是本发明具体实施例中车辆行驶速度随时间变化的分段函数示意图;以及

[0050] 图 7 是本发明优选实施例路径选择处理系统的原理方框示意图。

具体实施方式

[0051] 以下结合附图对本发明的实施例进行详细说明,但是本发明可以由权利要求限定和覆盖的多种不同方式实施。

[0052] 本发明的优选实施例提供了一种用于路径选择的处理方法,用于在灾后从通行网络中根据起始点和救灾目的点寻找最佳的通行路线。在突发灾害,如地震、泥石流等发生后,应急救援需要解决的最根本问题就是,如何快速、安全、高效将应急救援物资运送到受灾点,并将受灾人员撤离受灾地区,送往安全地带,从而达到减少人员伤亡和财产损失的目的。因此,突发灾害下,在进行应急救援车辆路径选取时应重点保证选取的路径能够快速且安全的到达目的地。一般不会考虑选择的路径是否舒适性的因素。震后道路评估主要考虑行程时间和路网的可靠性两个因素,通过分析路段行程时间保证应急救援车辆的快速性,通过分析路网可靠性保证路径选取的安全性,并考虑行程距离及运输成本,以考虑经济性。

[0053] 参照图 1,本实施例中,路径的选择处理方法包括以下步骤:

[0054] 步骤 S10,针对救灾路径通行网络构建路径优化模型,路径优化模型包括:各路段行程时间的目标函数、各路段运输成本的目标函数和各路段安全通过概率的目标函数;

[0055] 步骤 S20,根据多属性决策理论将各目标函数进行效用转换,分别算出各路段的行程时间、运输成本和安全通过概率的最大值和最小值;

[0056] 步骤 S30,经线性变换确定各路段的时间效用值、运输成本效用值和安全通过概率效用值;

[0057] 步骤 S40,将时间效用值、运输成本效用值和安全通过概率效用值分别进行无量纲化处理转换成相应的无量纲值;通过对各无量纲值加权将路径选择的优化转换成单属性决策;

[0058] 步骤 S50,采用最短路径优化算法求解出决策效用值最大的通行路线。

[0059] 本实施例在设计路径优化模型时,综合考虑了路段的行程时间、运输成本和安全通过概率三个属性,并通过将多属性问题转换成单属性问题,并采用最短路径优化算法求解优化路径,简化了路径选择的过程,并能充分满足灾后应急救援物资的运输要求,使得救灾物资在保障安全通过概率的前提下,以最小的成本和最快的速度到达目的点。

[0060] 本实施例中,在构建路径优化模型时,假定以下条件:

[0061] ①所有物资都可以混装,由于灾后应急物资运输量都较大,因此只考虑车辆满载情况;

[0062] ②货物的需求量远大于供应量,每辆车只服务一个需求点;

[0063] ③运输车辆规格一致,运载量相同。

[0064] 根据震后路网条件变化实际情况,通过道路通行能力应急评估方法判定各路段的通行能力,分配震后用户交通需求量得出各路段的交通量,从而得出各路段单元的行程时间,并综合考虑行程时间、经济花费和安全性要求,建立震后应急救援车辆的路径选择模型。

[0065] 优选地,本实施例中,行程时间的目标函数为: $T = \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n X_{st} (-\lg T_{st})$;

[0066] 上式中, T_{st} 表示通过救灾道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 所用的时间, X_{st} 是表示道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 是否

在救灾车辆选定的路径上的决策变量,其中, V_s 代表起点, V_t 代表目的点; T 为救灾车辆到灾区目的点运输线路的总时间; s 为代表起点的整数, t 为代表目的点的整数。

[0067] 路段行程时间是应急救援路径选择时一个非常重要的因素。突发灾害发生后,会导致救灾道路上短时交通量的骤然增加,道路交通延误增大,路段的行程时间相较于常态下发生了很大的变化。因此有必要对灾后道路的路段行程时间的计算进行分析。利用道路交通中车流波动理论,灾后救援道路的行驶时间主要与交通流中的流量、速度、密度有关。由于灾后发生后,有些道路没有受到影响,有些通行能力下降甚至完全被阻塞,因而路段行驶时间可分为四种情况:a、道路不受灾害影响,行程时间为正常下的行驶时间;b、灾害救援道路的通行能力降低,但不阻塞;c、灾害救援道路的通行能力降低,且产生阻塞;d、道路被完全损坏,行程时间无限大。根据路段对应的不同行驶时间,可以确定相应路段的行程时间;由于路段时间服从加法原则,故救灾车辆到灾区目的点运输线路的总时间 T 可通过行程时间的目标函数求得。

[0068] 本实施例中,运输成本的目标函数为: $C = \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n C_{st} X_{st}$;

[0069] 上式中, C_{st} 表示通过救灾道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 所用的运输成本, X_{st} 是表示道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 是否在救灾车辆选定的路径上的决策变量; C 为救灾车辆到灾区目的点运输线路的总成本; s 为代表起点的整数, t 为代表目的点的整数。由于运输成本亦服从加法原则,故救灾车辆到灾区目的点运输线路的总成本 C 亦可通过运输成本的目标函数求得。

[0070] 本实施例中,安全通过概率的目标函数为: $P = \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n X_{st} (-\lg P_{st})$;

[0071] 上式中, P_{st} 表示通过救灾道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 的安全通过概率, X_{st} 是表示道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 是否在救灾车辆选定的路径上的决策变量; P 为救灾车辆到灾区目的点运输线路的安全通过概率; s 为代表起点的整数, t 为代表目的点的整数。此处,路段的安全通过概率是指网络上任意节点之间保持连通的概率,本实施例通过将安全通过概率进行指标转化,使得转化后的指标服从加法运算法则。地震发生后,对道路的破坏主要有:路面破坏、桥梁倒塌、建筑物倒塌等。考虑到地震发生后道路基本上会阻断,要靠机械设备进行抢修。这里只研究建筑物的倒塌所造成的路段阻断风险,针对这种风险,考虑以下几个方面:

[0072] a、建筑物的倒塌概率

[0073] 影响建筑物的倒塌几率的因素主要有地震的等级以及建筑物的耐震设计强度。假设 m 为建筑物的抗震强度,但随着使用年限的增加,建筑物的耐震强度会随之降低。则建筑物的倒塌几率 P_1 为:

$$[0074] \quad P_1 = \begin{cases} 1, m < m_0 \\ 1 - \frac{1 - e^{-\beta(m-m_0)}}{1 - e^{-\beta(m_\mu-m_0)}}, m_0 < m < m_\mu \\ 0, m > m_\mu \end{cases}$$

[0075] 其中: m_0 、 m_μ 分别代表预测地震规模的上、下限, β 表示地震的等级。

[0076] b、路段的阻断严重性

[0077] 建筑物倒塌是否会阻断道路,除了受建筑物本身破坏机率影响外,也受建筑物高度与其所处位置道路宽度两者之影响,建筑物高度越高或道路宽度越小的路段,其阻断发生机率将比其他路段高,因此可将街道调和比定义为路段阻断严重性。即: $S_i = H_i/D_i$,其中

S_i 是指路段 i 的阻断调和比; H_i 是指路段 i 的建筑物平均高度, D_i 是路段 i 的平均宽度。

[0078] c、路段的阻断曝光量

[0079] 阻断曝光量是指新闻媒体实时跟踪报道的信息量和救援车辆参与救援后行驶途中的实际阻断路报量,因而路段的阻断曝光量是两者的相加,计算机公式可用 $E_i = N_i + J_i$ 来计算。其中 E_i 是指路段 i 的阻断曝光量; N_i 是指路段 i 的阻断新闻曝光量; J_i 是指路段 i 的阻断参与救援车辆实时路况曝光量。

[0080] 综合上面三个方面,路网可靠性 $R_i = P_i \cdot S_i \cdot E_i$,其中 R_i 是指路段 i 的可靠性风险机率值, P_i 是指路段 i 的建筑物的倒塌概率, S_i 是路段 i 的阻断调和比, E_i 是指路段 i 的阻断曝光量。路段的安全通过概率根据路网的可靠性风险机率值确定,路网的可靠性风险机率值越高,则路段的安全通过概率则越大。

[0081] 本实施例中,设定运输线路 L_{st} (表示起点到目的点) 由 K 条路段串联而成,设车辆通过第 i 路段的安全通过概率为 P_i ,则车辆通过 L_{st} 的安全通过概率为:

$$[0082] \quad P(L_{st}) = P_1 * P_2 * P_i \dots * P_k$$

[0083] 对上式两边取对数后,再乘以 -1 ,得到路段的安全通过概率的目标函数,该目标函数为:

$$[0084] \quad P = \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n X_{st} (-\lg P_{st})$$

[0085] 上式中, P_{st} 表示通过救灾道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 的安全通过概率, X_{st} 是表示道路 $\langle V_s, V_t \rangle$ 是否在救灾车辆选定的路径上的决策变量; P 为救灾车辆到灾区目的点运输线路的安全通过概率; s 为代表起点的整数, t 为代表目的点的整数。

[0086] 参照图 3,在步骤 S20 中,根据本实施例的行程时间的目标函数、运输成本的目标函数和安全通过概率的目标函数,并依多属性决策理论对各目标函数进行效用转换,分别计算出各个路段上的行程时间的最大值和最小值 (T_{\max} 和 T_{\min}),运输成本的最大值和最小值 (C_{\max} 和 C_{\min}),安全通过概率的最大值和最小值 (P_{\max} 和 P_{\min})。

[0087] 在步骤 S30 中,时间效用值的计算公式为: $G_{tst} = \frac{t_{st}}{T_{\max}}$;其中, G_{tst} 为通过线路 L_{st} 的时间效用值, T_{\max} 为从起点到目的点线路上最长的行程时间, t_{st} 为过线路 L_{st} 的行程时间;

[0088] 运输成本效用值的计算公式为: $G_{cst} = \frac{C_{st}}{C_{\max}}$;其中, G_{cst} 为通过线路 L_{st} 的运输成本效用值, C_{\max} 为从起点到目的点线路上最大的运输成本, C_{st} 为过线路 L_{st} 的运输成本;

[0089] 安全通过概率效用值的计算公式为: $G_{pst} = \frac{p'_{st}}{p'_{\max}}$;其中, G_{pst} 为通过线路 L_{st} 的安全通过概率效用值,其中, $p'_{st} = \lg p_{st}$, $p'_{\max} = \lg p_{\max}$, p_{\max} 为从起点到目的点线路上最大的安全通过概率, p_{st} 为过线路 L_{st} 的安全通过概率。

[0090] 在步骤 S40 中,对各属性的效用值进行线性变换,以实现 0-1 的编码,具体如下:

[0091] 对行程时间属性,令 $G_{tst} = \frac{T_{\max} - t_{st}}{T_{\max} - T_{\min}}$,由于 $T_{\min} \leq t_{st} \leq T_{\max}$,所以 $G_{tst} \in [0, 1]$ 。说明

t_{st} 越少, $T_{\max} - t_{st}$ 越大, G_{tst} 越大。即运输时间越小时效性越好的线路,其无量纲效用值

G_{tst} 越大；

[0092] 对运输成本属性,令 $G_{cst} = \frac{C_{\max} - C_{st}}{C_{\max} - C_{\min}}$, 同上所述运输成本越少即经济成本越好的线路,其无量纲效用值 G_{cst} 越大。

[0093] 对安全通过概率属性,令 $G_{pst} = 1 - \frac{p'_{\max} - p'_{st}}{p'_{\max} - p'_{\min}}$, 其无量纲效用值 G_{pst} 越大,线路安全通过的概率越大。

[0094] 本实施例中,将各无量纲效用值加权,得到路径选择的单属性决策函数,该单属性决策函数为:

$$[0095] \quad MAX \quad G = W_t \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n G_{tst} X_{st} + W_p \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n G_{pst} X_{st} + W_c \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n G_{cst} X_{st};$$

[0096] 上式中 W_t 表示时间的权重因素,取值范围为 $[0, 1]$; W_p 表示安全性的权重因素,取值范围为 $[0, 1]$; W_c 表示成本的权重因素,取值范围为 $[0, 1]$; 且 $W_t + W_p + W_c = 1$ 。

[0097] 步骤 S50 中,利用最短路径优化算法,通过该单属性决策函数,选取决策效用值最大的路径为最优的救灾通行路径。

[0098] 优选地,参照图 2,本实施例中,最短路径优化算法采用改进型的迪克斯特拉算法(Dijkstra 算法),具体步骤如下:

[0099] A、将起点标记为固定节点,与起点直接连接的节点标记为临时节点,网络中它节点为未标记节点;

[0100] B、判断出发时刻 t_0 所属时段,并计算出该固定节点至临时节点的行程时间、运输成本和安全通过概率;

[0101] C、计算每一个临时节点 I 的 d 值, d 值是指临时节点的决策效用值;

[0102] D、选择 d 值最大的临时节点,判断该点是否为目标节点,是则停止算法,否则,将该临时点标记为固定节点,并将与该固定节点直接相连的节点标记为临时节点,并计算新标志为临时节点的 d 值,直至找到目标节点,或者网络中所有节点都标记为固定节点。

[0103] 原始的 Dijkstra 算法是一种向后搜索的方法,原始的 Dijkstra 算法各个弧的权值是固定不变的,由于本实施例考虑了时变性,导致每增加一个后续节点,车辆的行驶速度、安全通过率都可能发生变化,即路网的权矩阵就会更新一次,因此本实施例相应地改变未标号节点的弧权,然后用改进 Dijkstra 算法求解各属性分量的最短最长路并进行无量纲处理,最后求解决策效用函数。

[0104] 由于地震灾害发生后各种不确定因素可能对道路情况产生影响,即车辆行驶过程中的路况不可能完全符合历史规律,因此车辆在行驶途中需要根据实时交通信息并随时调整行驶路径,这里的实时交通信息通常包括交通流量信息、平均速度、拥堵状态等,而它们的采集及获取可借助 GPS、计算机等信息技术来完成。优选地,本实施例中,还包括对通行路线进行动态调整的步骤,具体为:采集道路状况的实时数据,通过处理后获得当前时段各路段行程时间的预测值,如果计算得到的车辆最优路径与初始方案不同,并且新路线的决策效用值与原路线的决策效用值相比超过预定阈值,则按新路线行驶;否则,维持原路线不变。本实施例中,如果计算得到的车辆最优路径与初始方案不同,并且新路线的决策效用值比原路线的决策效用值增大达到或者超过原决策效用值的 30%,那么就接受新的路径方

案,按新路线行驶;否则,维持原路线不变。具体的行驶途中车辆路径方案调整步骤如图4所示。

[0105] 下面结合一个具体的应用来对本实施例路径选择的处理方法进行介绍:

[0106] 1、问题描述:A地区平时道路行车车速一般在40km/h左右,但是由于在7:30-8:30和14:00-15:00这两个上下班高峰期内车流量太大,车辆行驶速度不超过25km/h,而凌晨0:00-5:00时车流量最小,车辆行驶速度超过60km/h。现假定某县为地震灾害发生地点,需要距灾害发生地最近的未发生灾害区火速赶赴灾区进行现场紧急救援。此问题优化目标是在时变条件下,选择一条最佳路径,使应急救援车辆行到场的时效性、安全性、经济性总效用最大,为便于实施,图5给出对应的以道路交叉口为顶点,道路为边的有向网络图。要解决的问题即为源点1和终点17之间最佳车辆救援路径选择。

[0107] 2、问题分析:

[0108] (1) 属性分量分析

[0109] 由于地震灾害发生后,常规的通信方式和路网信息已经完成破坏,灾区现场可能是一片混乱。救灾指挥中心对受灾区的信息完全不知情,而时间对于灾区来说尤其宝贵,救灾指挥中心或相邻的未发生灾害区接到灾情求救信息后,必须快速做出快速响应,以极短的响应时间到达受灾地区进行现场救灾,才能减少人员伤亡和财产损失。也就是说对于应急救援车辆路径选择问题其实是有时间窗口限制的。但实际上由于灾害发生后道路情况十分复杂、通往灾区的救援车辆也比较多或者是现场指挥调度不力等问题,很多情况下都是超过时间窗限制,故而在此案例中只要求时间最短即可。根据案例描述,可将总时间段大致分为6段:[00:00,05:00|05:00,07:30|07:30,08:30|08:30,14:00|14:00,15:00|15:00,24:00],图6是车辆行驶速度随时间变化的分段函数。

[0110] (2) 数据分析处理

[0111] 表1是从各个大时间段里选取的几个小时间段的相关数据作为路网信息,包括各路段的路长,各时段各路段的行驶速度、安全通过概率等。

[0112] 表1 路网信息

[0113]

时段		[07:25,07:30]	[07:30,07:35]	[14:15,14:20]
路段	长度(米)	速度(米/分钟) /安全通过率	速度(米/分钟) /安全通过率	速度(米/分钟) /安全通过率
(1,2)	880	890/1.00	140/0.90	368/0.80
(1,7)	205	597/0.90	353/0.80	343/0.80
(1,9)	916	637/1.00	377/1.00	364/0.90
(1,10)	576	642/1.00	384/0.90	362/0.90
(2,3)	900	663/1.00	393/1.00	373/0.90
(3,4)	860	765/1.00	391/1.00	387/1.00

[0114]

(3,6)	245	540/0.80	321/0.80	320/0.70
(4,5)	757	630/1.00	372/1.00	375/0.90
(5,17)	579	608/0.90	353/0.80	349/0.80
(6,5)	581	590/0.80	320/0.70	302/0.70
(7,6)	576	530/0.70	325/0.90	315/0.70
(7,8)	895	543/0.90	370/0.80	279/0.60
(8,5)	584	613/0.80	324/0.90	354/0.70
(8,16)	589	539/0.90	372/0.90	365/0.80
(9,8)	947	615/0.90	364/1.00	358/0.70
(9,15)	300	621/1.00	371/1.00	371/0.80
(10,11)	917	631/1.00	361/0.80	350/0.80
(10,13)	910	597/0.80	374/0.90	347/0.70
(11,12)	900	629/0.90	366/0.90	346/0.80
(12,13)	311	632/0.90	362/0.90	352/0.60
(13,9)	577	625/0.90	370/1.00	354/0.70
(13,14)	905	678/1.00	401/1.00	387/0.90
(14,15)	795	660/1.00	472/1.00	472/0.80
(15,16)	920	665/1.00	403/1.00	470/0.90
(16,17)	909	660/1.00	407/1.00	385/0.90

[0115] 3、模型求解

[0116] 对模型中时间、安全、经济属性的无量纲化指标求解公式分别为：

[0117]
$$g_t^y = \frac{T_{\max} - T_y}{T_{\max} - T_{\min}} \quad y \in L$$

[0118]
$$g_c^y = \frac{C_{\max} - C_y}{C_{\max} - C_{\min}} \quad y \in L$$

[0119]
$$g_p^y = 1 - \frac{P_{\max} - P_y}{P_{\max} - P_{\min}} \quad y \in L$$

[0120] 其中： g_t^y 为第y条路线行驶时间的无量纲指标， g_c^y 为第y条路线运输成本的无量纲指标， g_p^y 为第y条路线运输安全性的无量纲指标。

[0121] 先分别计算出最短和最长时间 T_{\max} 、 T_{\min} ，最大和最小安全通过概率 P_{\max} 、 P_{\min} ，最大和最小行驶成本 C_{\max} 、 C_{\min} 。可采用改进 Dijkstra 算法分别进行计算。通过最优路线对比分析得到如表 2 所示的不同时刻出发的最优路线选择模型。

[0122] 表 2 不同时刻出发的最优路线选择模型

	路线	决策效用指标	最优路线
[0123] 出发时刻： $7\frac{28}{60}$	$L_1: 1 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 16 \rightarrow 17$	$G_1=0.81$	L_1
	$L_2: 1 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 5 \rightarrow 17$	$G_2=0.71$	
出发时刻： $14\frac{15}{60}$	$L_1: 1 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 16 \rightarrow 17$	$G_1=0.58$	L_2
	$L_2: 1 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 5 \rightarrow 17$	$G_2=0.7$	

[0124] 根据本发明的另一方面,还提供一种用于路径选择的处理系统,此处理系统与本发明方法实施例中的步骤相对应,参照图 7,包括:

[0125] 路径优化模型构建模块 10,用于针对救灾路径通行网络进行路径选择优化,包括:各路段行程时间的目标函数、各路段运输成本的目标函数和各路段安全通过概率的目标函数;

[0126] 目标函数效用转换模块 20,用于根据多属性决策理论将各目标函数进行效用转换,分别算出各路段的行程时间、运输成本和安全通过概率的最大值和最小值;

[0127] 线性变换模块 30,用于经线性变换确定各路段的时间效用值、运输成本效用值和安全通过概率效用值;

[0128] 无量纲处理模块 40,用于将时间效用值、运输成本效用值和安全通过概率效用值分别进行无量纲处理转换成相应的无量纲值;通过对各无量纲值加权将路径选择的优化转换成单属性决策;

[0129] 优化决策模块 50,用于采用最短路径优化算法求解出决策效用值最大的通行路线。

[0130] 优选地,优化决策模块采用改进型的迪克斯特拉算法,具体步骤如下:

[0131] A、将起点标记为固定节点,与起点直接连接的节点标记为临时节点,网络中它节点为未标记节点;

[0132] B、判断出发时刻 t_0 所属时段,并计算出该固定节点至临时节点的行程时间、运输成本和安全通过概率;

[0133] C、计算每一个临时节点 I 的 d 值,d 值是指临时节点的决策效用值;

[0134] D、选择 d 值最大的临时节点,判断该点是否为目标节点,是则停止算法,否则,将该临时点标记为固定节点,并将与该固定节点直接相连的节点标记为临时节点,并计算新标志为临时节点的 d 值,直至找到目标节点,或者网络中所有节点都标记为固定节点。

[0135] 优选地,本发明路径选择处理系统,还包括动态调整模块 60,用于采集道路状况的实时数据,通过处理后获得当前时段各路段行程时间的预测值,如果计算得到的车辆最优路径与初始方案不同,并且新路线的决策效用值与原路线的决策效用值相比超过预定阈值,则按新路线行驶;否则,维持原路线不变。

[0136] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

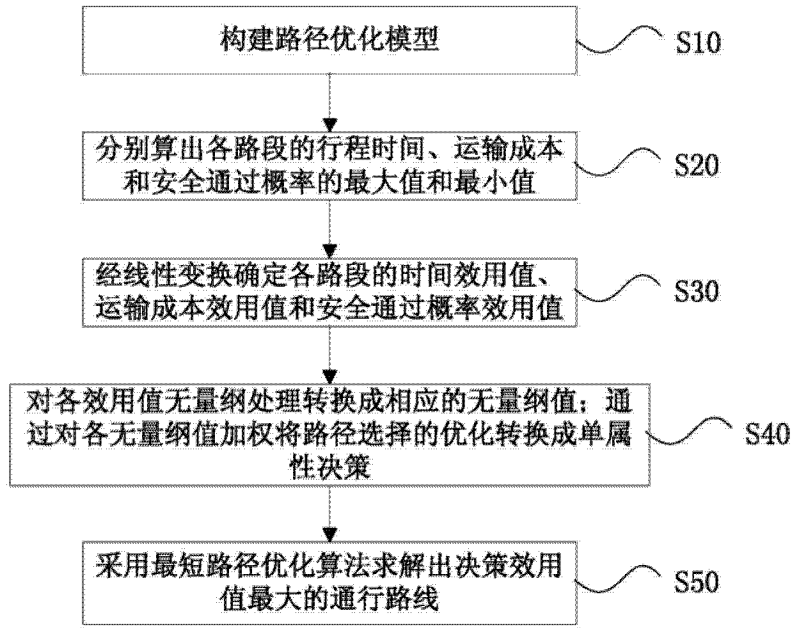


图 1

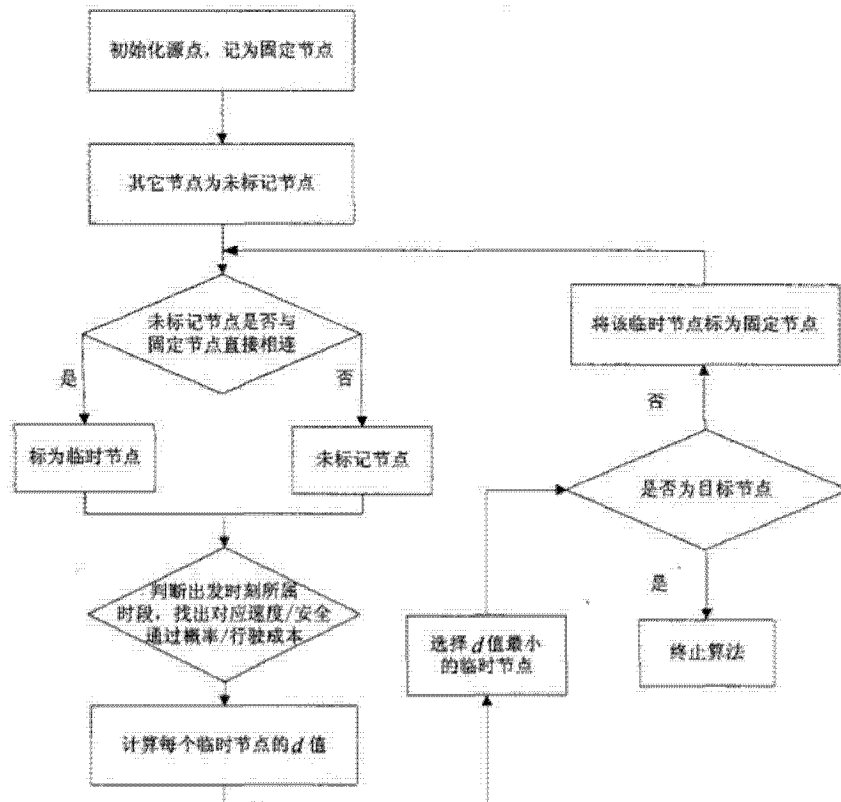


图 2

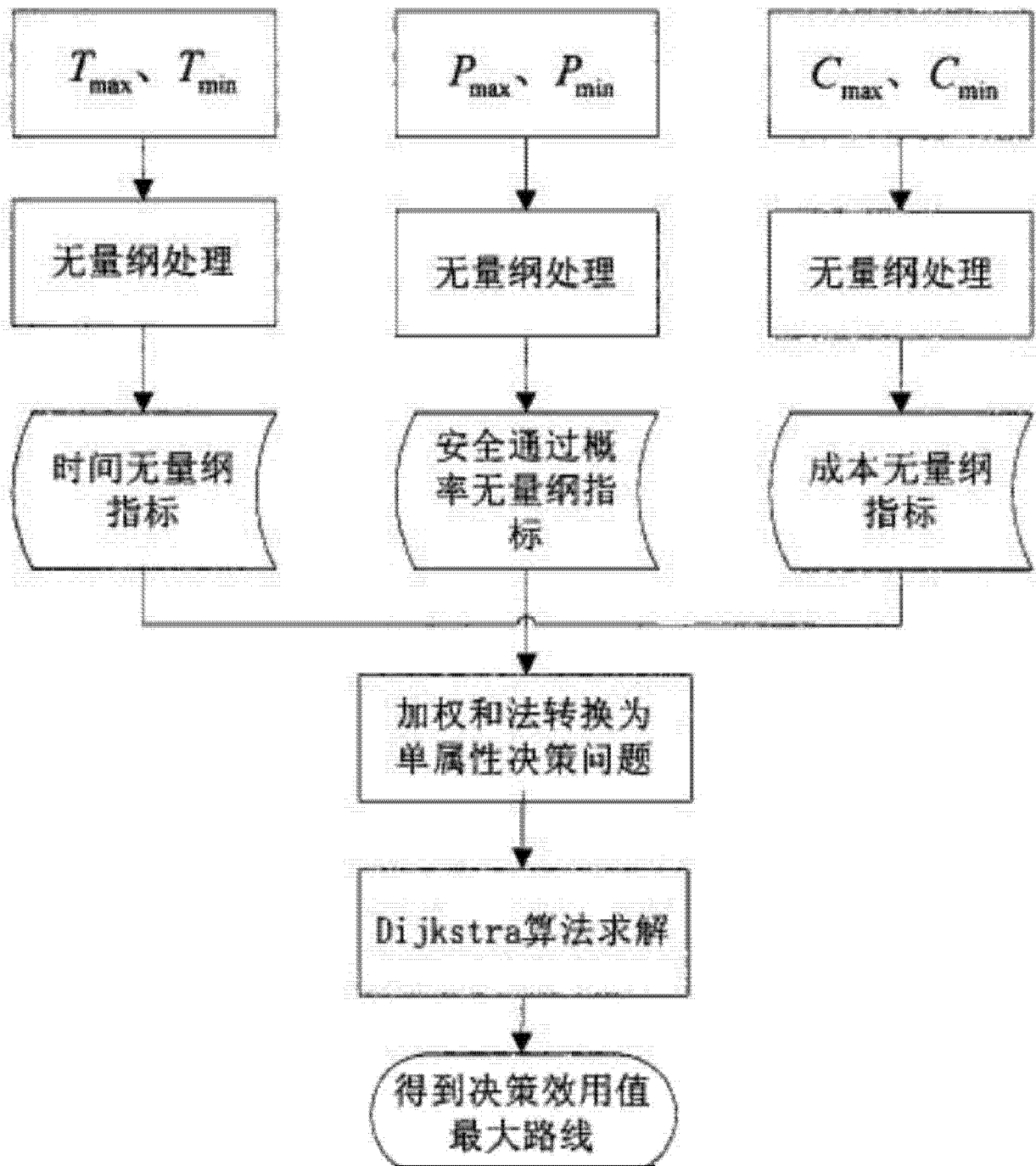


图 3

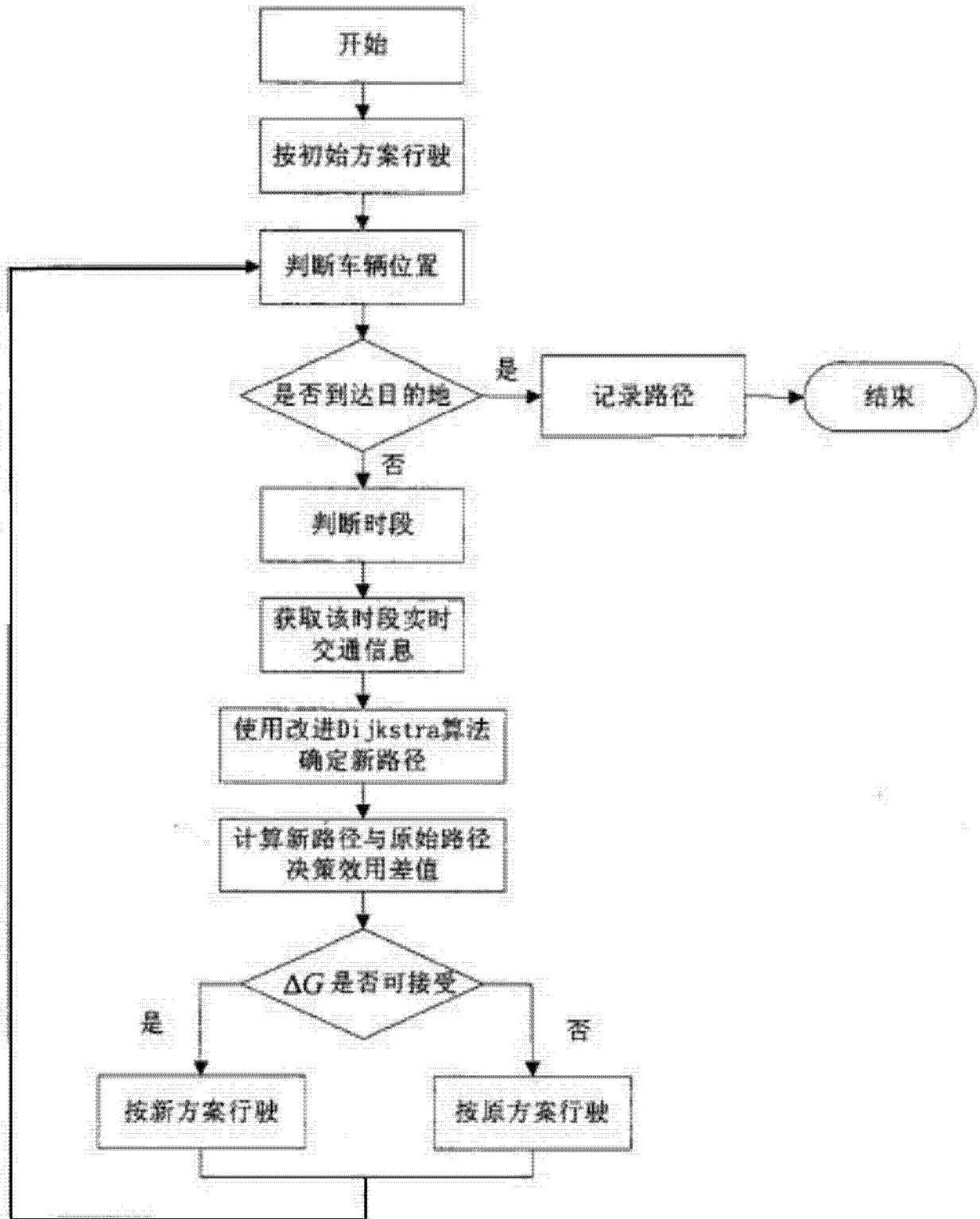


图 4

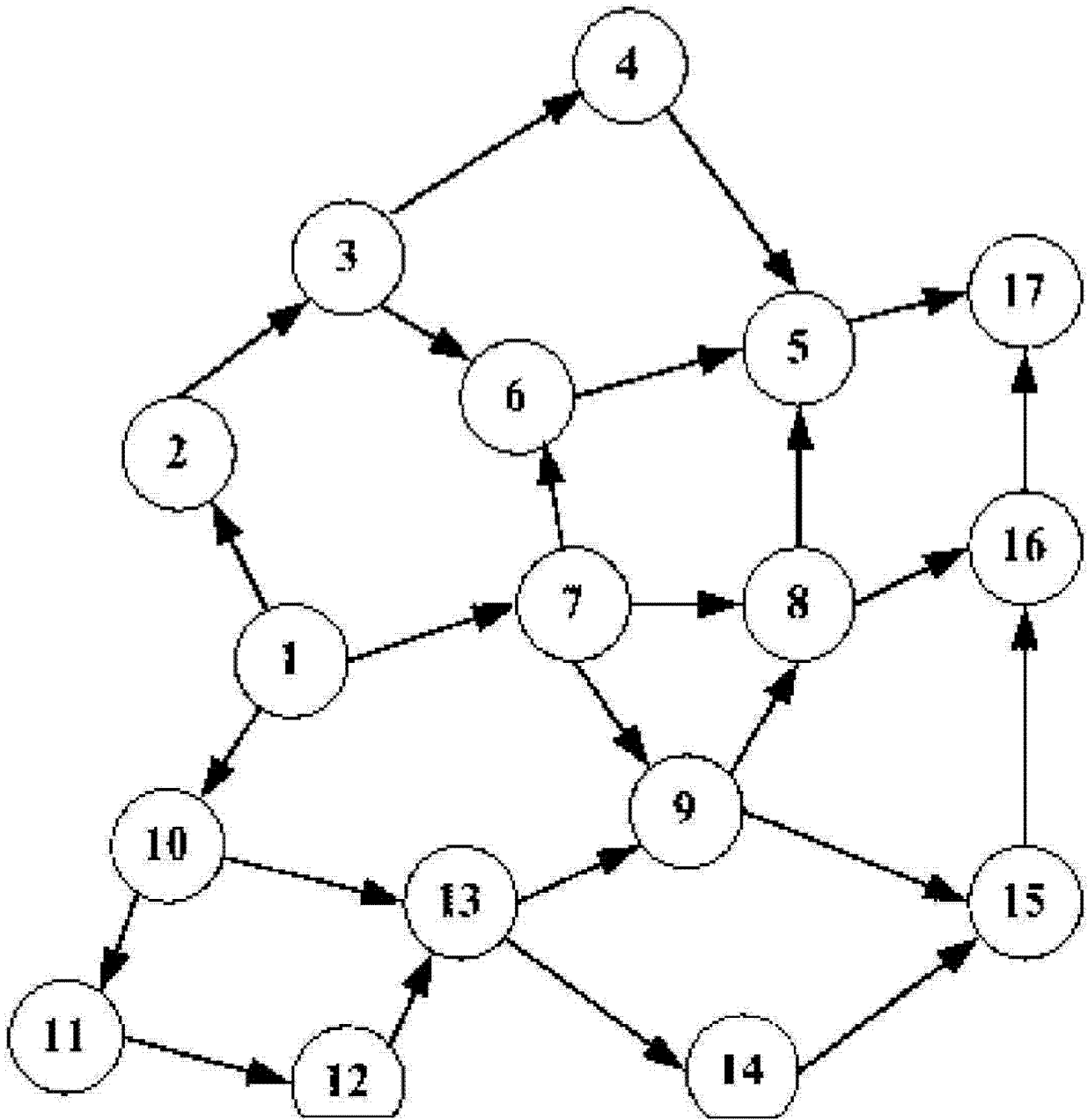


图 5

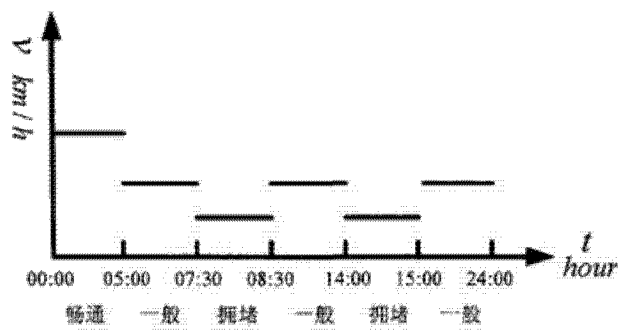


图 6



图 7