

災害時における ITS を考慮した緊急車両の走行時間信頼性解析モデル

○高山純一(正会員・金沢大学), 中山晶一郎(正会員・金沢大学), 田中悠祐(正会員・山形市)

1. はじめに

ここ数年、二次救急医療体制では対応が困難な心筋梗塞、脳卒中、頭部損傷等の一刻を争う重篤救急患者を扱う三次救急が、年々増加する傾向にある。また、三次救急については指定医療機関が少ないために、地域によって救急搬送サービスの水準に偏りがある場合が多いと考えられる。

一般に、救急搬送については、患者を単に早く病院へ搬送するだけでなく、早く「確実」に搬送することが必要であり、搬送の所要時間だけでなく、どれほど確実にその所要時間内で搬送することができるのかという点が重要である。そこで、本研究では救急車両の走行時間信頼性指標を用いた救急搬送サービスのサービスレベル評価法を提案する。この方法を用いれば、救急搬送力、ある確率(基準確率)で駆けつけ、患者を搬送できる所要時間として定量的に判断することができることになる。さらに、震災時の救急搬送の効率化を図るための救急 ITS 技術を提案し、ITS 導入の効果測定も試みる。

2. 走行時間信頼性の算出方法

ここでは、救急車の走行時間信頼性指標の算出方法を示す。

(1) 交通量変動の推計

道路網の走行時間信頼性指標を求めるためには、すべてのリンクの交通量変動分布が求まっていなければならない。しかし、実際に交通量の変動特性が求まるリンクは、交通量観測が常時行われているものに限定される。したがって、道路網の走行時間信頼性指標を計算するためには、交通量観測が実施されていない非観測区間の交通量を何らかの形で推計して、全てのリンクの交通量変動を

求めることが必要である。

そこで、ここではリンク交通量の分布形を正規分布と仮定し、交通量相互に存在する相関関係を利用して擬似的に相関を持つ正規乱数を発生させることによって、非観測区間交通量(変動分布)を推計するモデル¹⁾を利用することにする。

(2) 震災時道路網の構築

本研究では、阪神淡路大震災クラスの地震が起こった場合を想定し、対象ネットワークの全リンクについてそれぞれの閉塞状況を予測し、消防車が通行可能か否かを判断する。その判断結果を元に、震災時の道路網を構築する。

具体的には、道路閉塞の要因として震度・沿道建物数・幅員を考える。震度は<震度・震度以下>の2ランク、沿道建物数は<多い・少ない>2ランク、幅員は<広い・普通・狭い>の3ランクにそれぞれ分け、この3要因の組み合わせから総合的に閉塞危険度を予測し、道路閉塞危険度指標を定める。そしてその道路閉塞危険度指標を平常時の道路の容量に乗じることによって震災時の道路容量を決定する。

(3) 走行時間信頼性指標の算出

OD ペア間の走行時間信頼性指標を求めるためには、リンク交通量の変動をリンク走行所要時間の変動へ変換する必要がある。ここではまず、交通量の変動をリンク走行所要時間の変動へ変換する方法を提案し、それを用いた OD ペア間の所要時間の確率分布について考え、その確率分布から走行時間信頼性指標を算出する方法を述べる。

a) 救急車のリンクコスト関数

一般車両の場合、一般に交通量(V_a)と走行所要時間 $t(V_a)$ の関係式として、リンク交通量に対する単調増加な B.P.R 関数が用いられている。

しかし、救急車などの緊急車両の場合は一般車両の場合と異なり、サイレンを鳴らして道路を通過できるため、一般車両の場合よりも交通量から受ける影響が少ないと考えられる。また、救急車

Key Words: 救急車両, 走行時間信頼性, ITS

1 正会員, 工博, 金沢大学工学部

〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20

Tel: 076-234-4613, Fax: 076-234-4632

2 正会員, 博(工), 金沢大学工学部

3 正会員, 修(工), 山形市

の走行を考える場合、火災発生現場への駆け付けのみを考えれば良い消防車とは違い、救急拠点から事故発生現場までの駆け付け時の走行と事故発生現場から医療機関までの搬送時の走行の2つに分けて考えなければならない。

そこで、B.P.R 関数式の第2項の交通量に関する

$$t_a(V_a) = t_{a0} \left\{ 1 + e r \left(\frac{V_a}{C_a} \right)^k \right\} \quad (1)$$

V_a : リンク a の交通量

C_a : リンク a の交通容量

$t_a(V_a)$: リンク a の走行所要時間

t_{a0} : リンク a の自由走行所要時間

r, k : B.P.R 関数のパラメータ

e : 交通量影響軽減係数

る項に係数 e を乗じて、交通量からの影響を軽減する方法を考える。

b) OD ペア間の走行時間信頼性指標の算出方法

リンクコスト関数の設定により、OD ペア間の所要時間の確率密度関数を求めることができる。本研究では、走行時間信頼性に関する指標は、「所与の時間(T)で目的地へ到達できる確率 $P_{ij}(T)$ 」とし、走行時間信頼性は、下のように表せる。(i, j はノード名)

【目標時間 T 以内に OD ペア i, j 間
をトリップできる確率】

$$P_{ij}(T) = \int_0^T \phi_{ij}(t) dt \quad (2)$$

ここに、 $\phi_{ij}(t)$ は OD ペア間の走行所要時間の確率密度関数である。

(4) 救急車のリンクコスト関数の設定

ここでは式(2)で使用したパラメータ e を、 e_α (駆け付け時の交通量影響軽減係数)、 e_β (搬送時の交通量影響軽減係数) の2つに分けて、実際の救急車出動データ(平成10年度救急業務報告書内の救急車出動記録)を使用して推定した。

救急業務報告書の閲覧データを用いた回帰分析の結果、三次救急についての e_α は 0.35 (相関係数: 0.6516)、 e_β は 0.43 (相関係数: 0.8894) となった。震災時についての e_α は 0.24 (相関係数: 0.7292)、 e_β は 0.61 (相関係数: 0.8491) と

なった。

3. 救急 ITS 導入後の平均総搬送所要時間

ここでは、金沢市をケーススタディとして、幹線道路網の救急搬送力評価を行う。図-1 は、救急 ITS 導入後の各ゾーンの平均総搬送所要時間(複

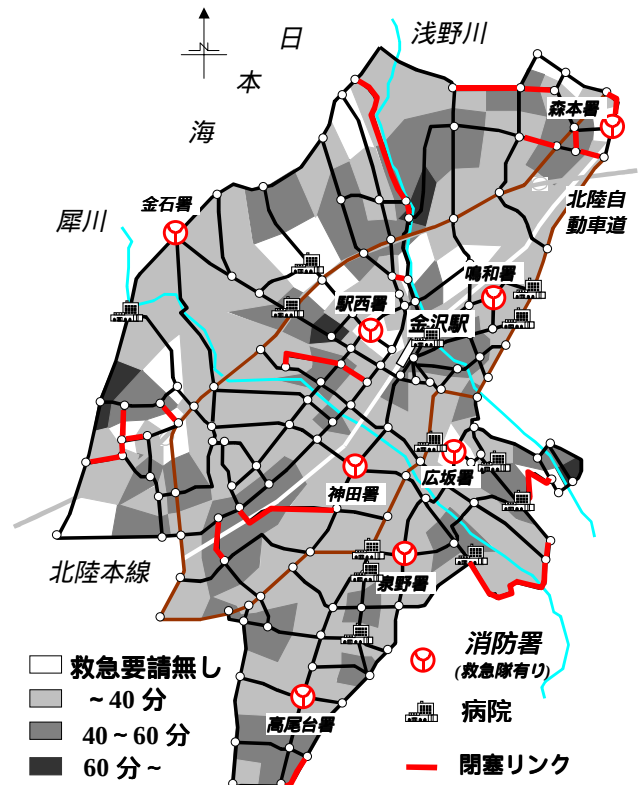


図-1 救急 ITS 導入後の各ゾーンの平均
総搬送所要時間【80 パーセンタイル値】

数の救急患者)を用いて救急搬送力の相対評価を行った結果である。

これを見ると、救急 ITS 技術を導入すると総搬送時間の地域的な偏りがあまり見られない。また、消防署や病院に近い地域でも、総搬送時間が短くなるとは限らないようである。

なお、詳しい評価結果については、講演時に発表したい。最後に、本研究成果は日本学術振興会平成14年度科学研究費補助金(基盤研究B(2))の助成により行われた研究成果の一部である。

個々に記して、感謝したい。

参考文献

- 1) 高山純一・飯田恭敬:「常時観測量データを用いた非観測区間交通量の簡易推計法」, 第18回日本道路会議論文集, pp.1146-1147