

ファジィ推論による事故の自動検知

信州大学工学部 正会員 奥谷 巖

信州大学工学部 ○真鍋 昌彦

1. はじめに

高速道路での事故は、迂回路がないなど道路構造の特性上、交通渋滞を誘発し、そのうえ二次的事故の危険性も出てくる。事故による後続車の交通流への影響を最小限に食い止めるためには敏速かつ正確な事故検知が必要となる。このような観点から本研究では、あいまい問題を得意とするファジィ推論を用いた新しい事故検知モデルを提案し、その適用性を検討する。

事故検知の方法は、検知対象区間の上下流端に設置された交通感知器から得られる交通情報をもとに、対象区間内の事故の有無を判定する方法とする。現在、事故検知モデルの中で最も優れていると言われているのは、一般化尤度比検定法¹⁾（以下、GLR法と略記）である。GLR法は、従来主流をなしていた検知モデルで無視されていた上下流端の交通情報間の相関関係を考慮に入れ、交通量によっては検知精度が低下するという問題に取り組んだモデルといえる。そこで、ここではファジィ推論を用いた検知モデルの適用性をGLR法と比較することによって検討することにする。

2. ファジィ推論の適用

まず、既存のデータよりファジィ推論ルールの前件部のメンバシップ関数を作成する。具体的には、対象区間の上下流端の交通感知器から交通量、オキュパンシ、速度の3種類の交通情報が得られるものとし、上流端と下流端の各交通情報の差をとり、事故が発生する前までの時点と発生後の時点についての平均値を中心とする三角型のメンバシップ関数を構築する。メンバシップ関数の幅はある基準を定めるため、平均値を定数倍することによって幅の値とする。後件部については、本研究では事故が発生しているか、いないかのクリスプ集合と考え、発生していれば1、発生していなければ0として推論ルールを構成する。

次に観測データの入力法と適合度の求め方について以下の3つの方法を提案した。

方法1：入力値をクリスプとする。

方法2：入力値をファジィ数として、適合度は2つの三角形の交点を用いる。交点が2点できる場合は最大値をとる。

方法3：入力値をファジィ数として、適合度は2つの三角形が重なる面積について考える。適合度は $[0, 1]$ で表すべきなので、前件部のメンバシップ関数の面積に対する重なった面積の割合をもって適合度とする。

このうち、方法2についての推論過程を表したものが図-1である。ただし、 μ_{ij}^0, μ_{ij}^1 ($j=1, 2, 3$) はそれぞれ交通発生パターン*i*における事故が発生していない場合と発生している場合の交通情報ごとのメンバシップ関数、 μ_{ij} ($j=1, 2, 3$) はファジィ化した入力値で、観測データを中心にして作られたメンバシップ関数である。 α_i, β_i は次式で表されるmax-min合成法により求められた適合度で、図-1の例においては、 α_i は X_3 の交点の値が、 β_i は X_1 の交点の値がこの場合のルールと入力値との適合度として定められる。

$$\alpha_i(\beta_i) = \min_j [\max_x \{ \mu_{ij}^{0(1)}(x) \wedge \mu_{ij}(x) \}] \quad (j=1, 2, 3) \quad (1)$$

そして、すべての交通量パターンにおける適合度を求め、次式を用いて推定結果Yとする。

$$Y = \left\{ \sum_{i=1}^m (\alpha_i \times 0) + \sum_{i=1}^m (\beta_i \times 1) \right\} \bigg/ \sum_{i=1}^m (\alpha_i + \beta_i) \quad (2)$$

ただし、mは交通発生量のパターン数である。

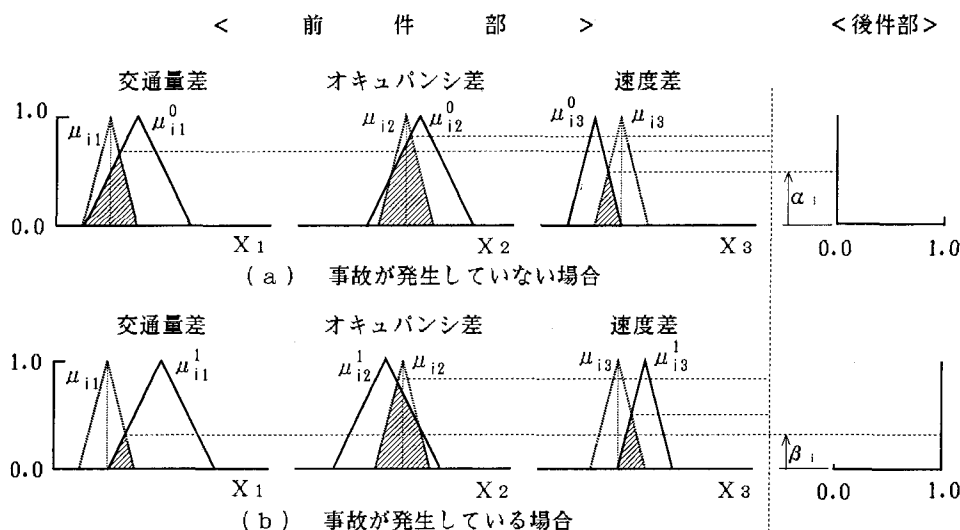


図-1 方法2の推定過程

推定結果として求められたYがある閾値 ε に対して、

$Y > \varepsilon \rightarrow$ 事故が発生している

$Y < \varepsilon \rightarrow$ 事故が発生していない

と判定し、ファジィ推論を用いた事故検知モデルとする。

3. 適用性の検討

現実に高速道路上で事故が発生した時の交通情報データを用いるのが望ましいが、実際にはそのようなデータを入手するのは困難である。したがって、ここではSchwerdtfegerによって開発された、DYNEMO²⁾と呼ばれるシミュレーションを用いて事故発生状況を作り、必要な交通情報を得ることとする。シミュレ

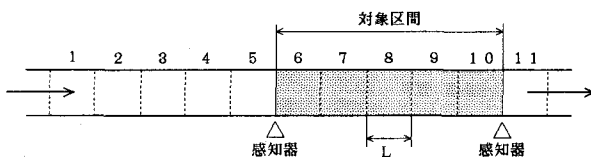


図-2 シミュレーションにおける対象区間

ーションの対象となる高速道路は3車線のものと考え、図-2のように全11区間のうち第6～10区間の計5区間を対象区間とする。交通感知器は第6区間の上流と第10区間の下流に設置し、単位時間ごとに交通情報（交通量、オキュパンシ、速度）およびGLR法のために区間密度も計測するものとする。事故発生時は、3車線のうち2車線が閉塞され、事故発生区間の交通可能容量が1/3になるものとする。実際に行ったシミュレーション時間は20分で、単位時間は10秒である。1区間の長さLを1kmとすると、対象区間長は5kmとなる。これは、将来高速道路に交通感知器を設置すると想定した場合、設置可能な間隔と考えられる。また本研究は対象区間における事故検知のみなので、一旦事故が発生したらシミュレーション時間が終了するまで継続されるものとする。以上の条件設定で、事故発生地点や発生時間を試行錯誤的に変化させて、シミュレーションを行うことにより多くのパターンの事故発生状況を作り、ファジィ推論ルールの作成を行った。なお、詳しい計算結果等は講演当日に発表することとする。

参考文献 1) A.S.Willsky: Dynamic model-based technique for the detection of incidents on free-way, IEEE Transactions on Automatic Control, AC-25, NO.3, 1980

2) T.Schwerdtfeger: DYNEMO, international symposium on transpn and traffic theory, 1984