

(36) ベイジアンネットモデルによる施工管理支援システムの研究

Research of the execution management support system by a Bayesian Network model

齋藤耕一¹, 櫻井成一郎²

kouichi SAITO, seiitiro SAKURAI

抄録: 建設現場では、順調に施工が進んでいても、施工環境の変化により新たなリスクに直面する。本論文では、新たなリスク情報を施工者へ提供するための「施工管理支援システム」を提案する。「施工管理支援システム」の実現のために、現場巡回パトロールデータから確率推論のベイジアンネットにより、どのようなリスクに直面しているのかを提供する推論システムを提案する。ベイジアンネットは、複雑な依存関係にある対象をモデル化する手法の一つである。その特徴の一つには、モデルに含まれる要素の値が不確実であっても予測が可能である点が挙げられ、因果関係や依存関係といった依存する関係を持つ変数の間にリンクをはって非循環有効グラフ構造で表現される確率モデルである。本論文では、構築されたベイジアンネットモデルを他のデータでの評価を行い、また、事例によって検証を行う。

キーワード: ベイジアンネットモデル, 施工管理支援システム

Keywords: Bayesian Network model, the execution management support system

1. はじめに

建設現場では、順調に施工が進んでいても、施工環境の変化により新たなリスクに直面する。本論文では、新たなリスク情報を施工者へ提供するための「施工管理支援システム」を提案する。

「施工管理支援システム」の実現のために、現場巡回パトロールデータから確率推論のベイジアンネット¹⁾により、どのようなリスクに直面しているのかを提供する推論システムを提案する。システムは予め用意しておいた安全管理の重点目標に基づいた具体的リスク情報を提供する。従来、リスク情報の提供は、現場の施工管理の経験者に任されており具体的なリスク情報を提供する「施工管理支援システム」の研究は少ない。

従来の施工管理システムでは品質管理等で統計的分析を基にしたものである。特に、回帰分析を用いた手法は多く試みられている。回帰分析の問題は、従属変数の独立性を保証しなければならないという点である。回帰分析を用いて手法で発生する問題点を克服する手法としてベイジアンネットを用いたモデル化を提案する。

ベイジアンネットは、複雑な依存関係にある対象をモデル化する手法の一つである。その特徴の一つには、モデルに含まれる要素の値が不確実であっても予測が可能である点が挙げられ、因果関係や依存関係といった依存する関係を持つ変数の間にリンクをはって非循

環有効グラフ構造で表現される確率モデルである。本論文では、構築されたベイジアンネットモデルを他のデータでの評価を行い、また、事例によって検証を行う。

2. 施工管理支援システム

現場作業が順調であれば、現場作業は施工管理者と施工者とは、作業環境の様々な変化により問題が発生したとき新たなリスク情報を施工者へ提供しなければならない。図-1に示すように、施工管理者が提供するリスクを可視化し、定量的評価を加えることが施工管理支援システムの目的である。

3. ベイジアンネットモデル

施工管理の経験者らは、現場巡回パトロールデータと、メモ等に記載されたリスクに基づいて、モデルを構築するための現場巡回パトロールデータと、リスク情報のカテゴリ化を行う。本論文では、ベイジアンネットモデル作成には、BAYONETを利用する。

(1) ノード作成のためのベイジアンネットモデル

ベイジアンネットモデルでは、ネットモデルを図示化するために自由な連想キーワードが必要になる。ここでは、施工管理者の施工者との経験者各20人により

1: 正会員 (有)コウゲツ 取締役

(〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿一丁目5の2, E-mail: kouichi_saitou@gf7.so-net.ne.jp)

2: 非会員 工学博士 明治学院大学 法科大学院(〒108-8636 東京都港区白金台 1-2-37)

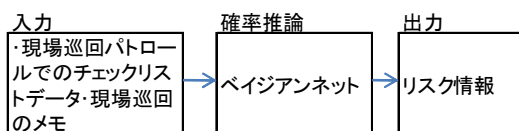


図-1 施工管理支援システム

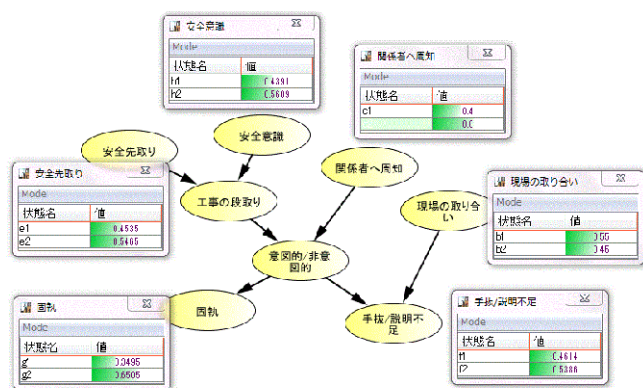


図-2 ベイジアンネットモデル

自由な連想キーワードを集め、リスク情報モデル可視化のためのワークショップを行った。例えば、朝の打ち合わせ→施工者への連絡→施工者の技術的固執の連想であれば、「工事の段取り」→「関係者への周知」→「作業の停滞」の順に連想されたとみなす。連想された単語は付箋紙に書き出す。書き出された単語から、再度連想される単語を書き出す。連想される単語は、重複して出され後もそのまま続ける。連想の単語は、360 にもなる。その中から、今回の作業の停滞に関わる連想のドメインに絞り分析を行う。建設業の作業に仕組みは、工事全般を管理する施工管理者と、現場作業を執り行う施工者で編成され、ともに、専門性が高まっている。専門性が高まるということは独立性も高まっているということである。現場作業において施工管理者と施工者とがどのように意識しているかについての自由連想の単語をそのデータを共通フレームのカテゴリにまとめる。図-2 のようなシステムを形成している円を「ノード」、ノードとノードとの間の線「リンク」、リンクが集中しているノードを「ハブノード」と呼ぶことにする。

現場巡回パトロールのチェックリストを既存のチェックリスト表²⁾を参考にしながら作成する。また、チェックリストから得られる現場の状況からリスク情報をくみ取り、選択すべきリスクを補う安全管理目標を表にまとめる。さらに、検証の為の詳細データとして具体的な施工活動の事例を記述する。

(2) リスク情報のベイジアンネットモデルの評価

現場巡回パトロールデータでは、ほとんどが「yes」であれば、現場の状況は異常無しである。「no」が現れる場合は限られるのである項目で「no」が現れるクラスを C_i ($i=1, 2, 3, 4, \dots$) で表す。また、「no」が現れる母集団の分布が不明であることから、現場の状況を表すクラスを、 C_i ($i=1, 2, 3, 4, \dots$) で表す。このクラスを幾つかの離散変数で表す。リスクの確率分布を、確率変数を取り得る C_i の確率を θ_i と定める。各リスク情報 J_i は、それぞれの C_i の確率分布 θ_i の重み付けの和で計算される。あるリスク情報 J_i の確率は P_j で表し図-2 のように計算される。図-2 の各ノードは、リスク情報のイベントを表している。そして、各リンクで条件付き確率を表し、未知の部分を確率推定する。評価実験では、モデルの評価は、実際に得られた現場巡回パトロールデータとの比較で行う。 C_i のクラスのデータによる新たな P_j' の確率計算し、確率 P_j と比較した結果、 $P_j' > P_j$ となり構築されたベイジアンネットモデルは、正しい予測を行っていると考えられる。

4. 事例による評価

事例) H 大規模空港舗装³⁾

過去の事例に本論文のベイジアンネットモデルを適用する。アスファルト混合物は、各工種で大量に使用するため、同日にアスファルト混合物を複数使用することは避けられない。コスト面を考慮しながら、アスファルトピニッシャが施工する同一レーンについては、出荷先の同一アスファルト混合物を使用する等、品質管理を優先し図-2 のように品質管理の段取りを優先し効果を上げた。

5. まとめ

研究では、リスク情報を提供する「施工管理支援システム」の構築し成果を上げた。しかし、モデルのカテゴリをより人的な要因を考慮することが必要であり今後の課題としたい。

参考文献

- 1) 本村陽一, 松下光範, 庄司裕子, 意思決定支援のネットビジネス, 人工知能学会, (株)オーム社, 2005
- 2) 中村昌弘, 職長・安全衛生責任者の役割と責任, 清文社, 2006
- 3) 加藤利悦, 平山隆治, 齋藤耕一, 東京国際空港 C 滑走路舗装, 舗装, 建設図書, vol.32, 1997