

## 「共通認識の欠けたメッセージの意図をもれなくくみ取るための研究」

齋藤耕一<sup>\*</sup>, 大幡勝利<sup>\*\*</sup>, 櫻井成一郎<sup>\*\*\*</sup>, 寺野隆雄<sup>\*\*\*\*</sup>

安全を守る為の安全対策でも Web 上のリスクコミュニケーションが、盛んに行われている。しかし、Web 上で参加者は、共通の認識がかけられている場合があり、共通の危険に直面したときでも人それぞれの対応を示す。対応によっては、大きな事故の発生の要因になる。本文では、共通認識を前提としないメッセージの意図をくみ取るためのコンピュータによるリスクコミュニケーションの支援の方法を提案する。支援の方法の一つは、コミュニケーションのテキスト文をキーワードで表すことである。しかし、立場によってキーワードの意味が異なる。この問題を解決するために、共通認識の前提としない人の関わり合いの対話をモデル化し、この対話モデルによる分類学習を提案しここで現れた、メッセージの優先順序を立場の違いを表すメッセージの意図とする。実験によってこの方法の有効性を示す。

## Research to make out intention of risk communications on web

Koichi SAITO, Saiichiro SAKURAI

The conventional Risk Communication on web is a well-known method for creating safety programs, and it is widely used for safety plans. We usually require a construction site to use a safety plan, but problems usually arise in the application of the conventional Risk Communication on web to the safety plan due to various factors such as the difference in constructors' perceptions of the cause of construction accidents. This paper describes an idea for the execution of a safety plan by introducing various perspectives, which are added to the background model of interest based on the empathic recognition with covering. The background models based on the empathic recognition with covering, which is defined by the difference in constructors' perceptions of Risk recognition, are explained on the basis of a machine learning method for classification learning. These models are assigned to each perspective. The safety plan can be determined even by an unskilled supervisor using the models obtained in this study.

---

<sup>\*</sup> (有) コウゲツ 150-0013 東京都渋谷区恵比寿 1-5-2

<sup>\*\*</sup> 独・産業安全研究所 204-0024 東京都清瀬市梅園一丁目 4 番 6 号

<sup>\*\*\*</sup> 明治学院大学法科大学院 〒108-8636 東京都港区白金台 1-2-37

<sup>\*\*\*\*</sup> 東京工業大学大学院 知能システム専攻 〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259

## 1.はじめに

共通の危険に直面してもその対応は人それぞれである。土屋 [1] は、人が認識するリスクの種類は立場毎に異なり、共通の認識に欠けたメッセージの重要を指摘している。働く人と働く人を管理する監督とは、お互いに共通の認識は無い場合があり、このようなとき、人の立場の違いによる対応の仕方で大事故になる可能性がある。

多様な立場で働く人のメッセージを理解するためのリスクコミュニケーションを支援するための研究が進められている。滝沢等 [2, 3] の研究では、リスクコミュニケーションの手段として「インターネットフォーラム」を提案し、共通認識の欠けたメッセージでも意見の意図をくみ取るための第3者の進行役を置いている。熟練した進行役であれば、人それぞれの立場の違いによる共通の認識が無くともメッセージの意図をくみ取ることができる。しかし、進行役は、数多くのメッセージを客観的に評価することが困難なので、この方法では、メッセージは数個に限られてしまう。

本論文では、立場の違いを、働く人が認識するリスクの種類の違いとする。リスクとはその人が感ずる危険の大きさの度合いである。また、危険を防ぐための施策のことを安全対策とすると、リスクコミュニケーションとは、監督の一方的な安全対策に従うのではなく、監督も含めた現場に働く人全員がもれなく参加し安全対策のためにメッセージを述べることを定義する。

監督と作業員では同じ危険に直面しても、対策の取り方に違いが生じる。対策の取り方の違いは、人それぞれの立場によると考え、立場の違いを理解するためにリスクコミュニケーションが行われる。

齋藤 [4] は、共通認識を前提としない対話のモデルとして「対話の意図」を与え、建設現場のリスクコミュニケーションから共通認識が欠けたメッセージの意図でさえも、安全管理の経験の浅い未熟練な監督が、もれなくみ取る支援の方法を提案し成果を上げている。ここであつかうメッセージは、建設現場の安全会議等で収集を対象としているので同じ建設の問題に直面しており、共通認識の欠けたメッセージをくみ取際の論理的背景や網羅的に評価を与えることが容易である。メッセージの内容も、情報源の主体、主張、主張を制限する条件の3つの項目に形式化の表現により、様々な立場を「共感」の定式化されている。しかし、web のメッセージの特徴は、共通認識は期待できないが形式の無い自由なメッセージを集められることである。また、未熟練な監督は、web のメッセージをくみ取るための論理的な背景や網羅性も評価することが難しいという問題がある。このことが、共通認識の無いメッセージの意図をくみ取ることの難しさの要因になっている。本論文では、web でリスクコミュニケーションによって自由なメッセージを収集し、共通認識の無いともメッセージの意図をくみ取することを目的としている。

	A	B	
1. {1/0}			{0/1}
2. {1/0}		{1/1}	{0/1}
3. {1/0}	{2/1}	{1/1}	{0/1}
4. {1/0}	{3/1} {2/1}	{1/1}	{2/3} {1/2} {1/3} {0/1}
5. . . . .			

(1)分子をAの立場の影響、分母をBの立場の影響とすると、一番左の{1/0}は、A立場の影響「1」に対して、Bの立場の影響は受けていない「0」のことを意味する。  
(2)決定木は、両隣の人を基準にしてAの立場よりのメッセージなのか、Bの立場よりのメッセージなのかを判定する。  
(3)区間とは、各階層の判定基準の間を意味する。例えば5階層目の {3/1}, {2/1} である。そしてその区間の判定基準は、5階層目に現れ、{5/2} となる。  
(4)対話の組み合わせのメッセージは、A,Bの立場が一番大きく影響が現れる区間の組み合わせを採用する。例えば、5階層目の {5/2} のクラスは、6/3 のクラスの対の組み合わせになる。本論文では、5階層目の {a/b} のクラスは、{d} のクラスを対として、 $(4+c) / (b+d) = \{1/1\}$  の対話を採用する。  
(5)対話の組み合わせメッセージのクラスはAの立場側、Bの立場側でも同じような論理の表現によって作れる。対話の意図は、立場を変えても同じ論理で表されるとしている。例えば、3階層目の対話の意図は、負クラス {3/1}, {3/2}、正クラス {2/3}, {1/3} になる。

図 1 共通認識を前提としない対話モデル

## 2. 関連研究

メッセージはテキスト命題文で表されており、ここではリスクコミュニケーションの支援は、同じ現場で共通認識はないまでも同じような形（契約の仕方）で現場の人達と関わりあう「人」がどうして反対の立場をとるのかをメタ情報源を獲得するためのメッセージの収集である。リスクコミュニケーションの支援を実現するためには、システムとの情報収集により適合するメッセージを絞り込む枠組が必要である。我々は適合する文書を情報収集により獲得するためのメッセージ検索を採用し、分類学習を適用することでキーワードの洗練を試みる。松尾 [5] らはTFIDF等の方法により、テキスト文の内容を表すメッセージを収集するための有効なキーワードの抽出を進め成果を上げている。しかし、同じメッセージでも監督の立場毎に注目すべきキーワードは異なりメッセージの内容が異なる可能性がある。このようなとき、立場が違うことを考

慮できないで、キーワード検索で適合できずに、重要なメッセージくみ取ることが出来ない場合がある。このようなメッセージの内容の違いを、松尾らの従来の方法で表現することは難しい。Besnard[6]は、メッセージの内容をキーワードの論理の連鎖構造で表すことの有効性を示した。Besnardの方法でもキーワードの意味の独立性が仮定されていて、キーワードの意味については言及していない。Cohen [7] は、立場違いを表す複数のクラスに含まれるキーワードの出現頻度を測りキーワードのプリファレンスによるクラスタリングの有効性を示している。しかし、立場の違い共通認識の欠けたメッセージをくみ取るためには、共通認識の欠けたメッセージがあるクラスに含まれない場合他のクラスに含まれる。また、共通認識の欠けたメッセージが含まれるクラスのキーワードを出現頻度のプリファレンスのクラスタリングモデルにすると、必ずしも立場の違いの共通認識の欠けたメッセージを表すクラスタリングモデルと一致しないという問題がある。

そこで、我々は、webの自由な共通認識の欠けたメッセージの意図をくみ取るシステム支援の方法として、多様な立場を網羅的な認識の観点から与え、Besnardの論理的な連鎖構造をも取り扱う「共通認識を前提としない対話のモデル分類学習」を提案する。

従来の方法 [4] では、対話の意図である「協力」をくみ取ることには有効ではあるが、建設現場の事故要

因は複雑なので、事故と要因との論理性を緩和し様々な立場での網羅性を重視する方法が採用されている。しかし、web のメッセージでは、立場によって Besnard の論理的連鎖の構造を示すキーワードに違いがある場合、共通認識の欠けたメッセージを意図くみ取るための論理的背景を捉えることが難しいという問題がある。例えば、共通認識の欠けたメッセージが、全て適応 A の立場よりの「協力」なのか、B の立場よりの「協力」なのか分かれば、どのような経緯で「協力」に至るメッセージなのか論理的連鎖構造により分かれば、メッセージ同士の関連から、監督は、共通認識の欠けたメッセージの意図であつてもくみ取る可能性がある。また、クラスの数に限られていると、メッセージの評価が同じにより再現性に問題がある。また、キーワードの洗練化に分類学習の適合する情報収集の回数が増え、修正を常に行う必要がある。そこで、本論文では、適合メッセージ、不適合メッセージをクラス評価による「共通認識を前提としない対話モデル分類学習」の方法を提案する。分類学習の方法は、複数のクラスをメッセージの意図に基づいた 2 クラスの比較で近似し、分類学習においても 2 クラスで行う方法を提案する。

### 3. 分類学習アルゴリズム

#### 3.1 共通認識を前提としない対話のモデル

一般的に、ハインリッヒの法則により一つのリスクには、因果関係のある要因が 30 以上あり、決定木の下に 300 以上の要因ある。この要因の数は、下に行くに

従って爆発的に増える。この関係により一つのリスクに対する要因を関係付けることは容易ではない。そこで、共通認識を前提としない重要なメッセージをもなくくみ取るために、人の関わり合いだけをモデル化する。このモデルは、リスクの要因の関係を示すモデルと比較すると、抽象的である。しかし、このモデル化によって、どのようなリスクの要因でもこのモデルに含まれ、このモデルで立場の違いを表す。図-1 に示すように、ある立場では、A の立場を重視し、一方では、立場 B を重視している。我々は、重視する立場により優先順序が付けられたメッセージの違いを立場の違いと考える。このことを建設現場の事例で説明する。

図-1 は、二つの立場の関わり方の違いを表している。共通認識を前提としていないので、関わり方の度合い計る方法は無いとする。どのように人が関わっているかを表しているだけである。下請けの人は、元請けに従うのであれば、関わる人の数を表す、分子、分母の数の大小によって重視する立場を表す。また、分子、分母で表される関わり合いを評価値とすることにより、メッセージに対しての評価をこの数値を基準にして分類し適合メッセージの候補とする。経済性を重視する作業の効率の属性と、安全経費を重視する場合を考える。様々な立場は、契約の仕方の違いである。下の図の 1 層目は、 $\{1/0\}$  は、出資者を示す。出資者は、安全に対する責任は無いので、安全経費は 0 である。これに対して、 $\{0/1\}$  は、発注者である。出資に対

する利益の責任はないが、安全に対する責任は、100%ある。最初の組み合わせは、{1/0} と {0/1} は二つの立場を表し、二人の間の契約者による対する責任を負う。これを、{1/1} で表す。2層目の {1/1} は、同じ割合で、安全対策と利益を上げる為の作業効率の二つの責任を負う。3層目の {1/2} は、下請けで、二つの立場を表す {1/1} と {0/1} との間の契約により。安全経費については、「1」の責任、作業効率については、「2」の責任がある。このように、一つのリスクを、作業効率と安全性の二つの属性のモデルで表す。ひとそれぞれには、契約者との関係による二つの立場がある。立場毎にメッセージを述べます。作業効率を重視する立場、{2/1} と、安全性を重視する立場 {1/2} とのキーワード表現の違いを際立たせることにより、このキーワードで検索したメッセージの優先順序をつける。このメッセージの優先順序の違いが、ある階層の下請けがとった、安全重視、作業重視の対策の違いになる。この違いは、共通認識の無いメッセージであっても立場の違いを表している。

#### 4. クラスタリング

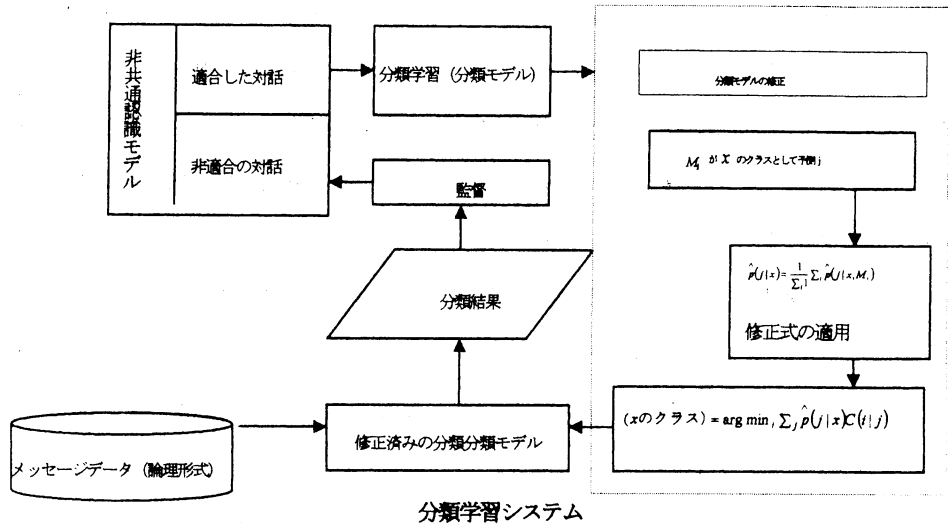
##### 4.1 適合情報収集

我々の方法は、キーワードの評価方法として適合不適合を対話モデルにより評価する分類学習法を採用。対話モデルの各階層  $i$  に対応する、 $(A_1 \wedge A_2 \wedge A_3 \dots A_i \rightarrow B_i)$  のメッセージの表現とする。Besnard の論理的含意関係があり、 $A_i \dots C A_3 \subset A_2 \subset A_1$  である。各階

層毎の適合候補のキーワードが予め用意してあるので、 $A_i \dots C A_3 \subset A_2 \subset A_1$  各階層のキーワードに対して、適合すれば、情報収集は完了する。しかし、不適切な階層  $i$  まで適合情報収集 [8] を行う。階層  $i$  戻った判定を {b/d} として、満足がいかなかった地点の判定を {a/c} とする。分類学習では、負クラスは  $\{(a+b) / (d+c)\}$  となり、反対の立場の正クラス  $\{(d+c) / (a+b)\}$  となる。対話モデルの分類は、戻った地点でのから下の階層に対して修正モデルを適用する。他の対話モデル階層は繰り返す必要はない。

##### 4.2 誤分類コストを利用した分類学習

分類モデルを生成する目的は、適合文書と判別するのに有効なキーワードの共起関係を調べることである。監督の判別は、一つのメッセージに対して行い、メッセージを証明に形式で表す。証明の形式は、いくつかの前提と結論を持っている。例えば、 $(A_1 \wedge A_2 \wedge A_3 \dots A_i \rightarrow B_i)$  である。同じ問題に直面しているとは、証明の形式の前提、結論は事実とする。したがって、分類モデルで使用する、前提で使用するキーワードと結論で使用するキーワードの候補は予め用意しておく。「対話の意図」による二つのメッセージのキーワードの共起によって証明の形式が限定される。これを分類モデルの候補とする。証明の形式を決めるのは、あくまでもデータである入力である。入力が論理的でないテキスト文であるとする、それは手作業で加工してやらないと論理式と対応付けることはできない。文字



列の共起情報を使って、語彙カテゴリにより証明の形式を限定し、それによって証明の形式が同じものを同一のクラスとして分類する。本論文では、「意見の意図」の意味は、分類学習の共起情報を使って、語彙カテゴリにより、同じ結論を述べていて、同じ証明の形式を同一とみなすということである。

#### 4.3 分類学習アルゴリズム

キーワードのようなデータに対して鈴木 [9] は誤分類コストを考慮した効率的な分類方法を提案している。しかし、立場の違いを表すメッセージに対する具体的な方法は、いままで提案されていない。メッセージを分類モデルにより立場毎のクラスに分ける。立場の違いを明確にする分類モデルを作りたいので、メッセージを立場の違う二つのクラスに分ける。立場の違いを明確にしなければならないのは、立場を変えても意味

の変わらない対話の意図である。本論文では、立場の異なる対話の意図を二つのクラスに分ける分類学習を行う。

クラスが  $j$  である例をクラス  $i$  に属すると予測したときに被るコストを損失関数  $c(i|j)$  とする。正解を  $c(i|j) = 0$  ( $i=j$ )、不正解を  $c(i|j) = 1$  ( $i \neq j$ ) と仮定する。訓練事例によって求めることができるキーワード  $x$  がクラス  $j$  に属す確率を  $p(j|x)$  で表す。  $x$  がクラス  $i$  に属すると予測する条件付リスクは

$$R(i|x) = \sum_j p(j|x) c(i|j) \text{ となる。}$$

監督は適合したメッセージを負クラスに非適合のメッセージを正クラスに分ける。

この関係を語彙カテゴリで表現すると次のようになる。条件付リスク  $R(i|x)$  により分類学習でコストが計算

<クラスタリングの手続き>

- (1) D: 訓練のキーワードデータを対話の意図に基づいて分類する
- (2) S: 監督は分類モデルにより対話の意図ごとに結果を得る
- (3) D: 監督はクラスタリングの結果のプリファレンスが付けられた上位N個を「対話の意図」毎に適合メッセージ集クラスと非適合の正クラスに分ける
- (4) D: 監督が十分な適合メッセージが得られたと判断したらクラスタリングを終了する
- (5) S: 正クラスと負クラスのメッセージを用いて、分類学習アルゴリズムにより、分類モデルを作る。
- (6) S: 全メッセージに対して分類モデルを備えたメッセージ集合のプリファレンスの上位集合、下位集合としたものをクラスタリングの結果としてステップ(3)に返す。

<分類学習アルゴリズム>

入力: クラスタリングの手続きによる訓練データ S, ある「対話の意図」の分類モデル M, 分類モデル  $M_1$  で生成するサンプル数 n, 対話の意図部の修正の候補となる分類モデル  $M_1, \dots, M_m$  の各再サンプルの例数  $n_i$ ,  $M_1$  が生成する  $p(j|x)$  を利用するか否かのフラグ p, 予測された  $x$  も再サンプルに対象にするか否かのフラグ q

返り値: 分類モデル M

```

1 For (再サンプル番号 i) from 1 to m Do
2 S から例数  $n_i$  の再サンプル  $s_i$  を生成
3  $s_i$  にしを適用して分類モデル  $M_i$  を得る
4 For each S 中の例 x Do
5 For each クラス j Do
6  $\hat{p}(j|x) = \frac{1}{\sum_i} \sum_i \hat{p}(j|x, M_i)$ 
   ただし
   If p then  $M_1$  で  $\hat{p}(j|x, M_1)$  をもとめる

```

図 2 分類アルゴリズム

され、キーワードのクラスタリングモデルにプリファレンスがつけられる。良いクラスタリングモデルとは、コストの低いモデルである。

しかし、コストを正確に計算するためには、2クラスの一方の事例と他方の事例の数が同じになる必要がある。この修正には一般的なアンサンブル法を用いる。真の  $p(j|x)$  に対して推定値  $\hat{p}(j|x)$  で表す。この方法は、分類モデルをプリファレンスが付けられたキーワードで表す。分類モデルにより目的の分類結果が得られなければその割合だけそのキーワードのコストを増す方法である。ただし、分類学習の修正はそれぞれの各「対

話の意図」毎に別々に行う。

本論文のクラスタリングの手続きと分類学習アルゴリズムについて説明する。D、S、は監督とシステムが行う処理である。

6. 実験と認識と結果

実験に使用したデータは、web だけではなく、現場の安全会議で集められた自由回答も含んでいる監督は分類実験のために結論と前提とが因果関係にあるメッセージだけを選択しておき、結論と前提とを書き出しておく。

分類実験にあたっては以下に示す適合率で行った。

$$\text{適合率} = \frac{\text{システムが正しく分類した事例の数}}{\text{分析者の判断により立場毎に分類すべき事例の数}}$$

6.1 分類検索結果

分類の結果はどのクラスも高率であり、本論文の有効性が確かめられた。また、クラス 1) は、作業員と現場責任者がそれぞれ、共通認識を前提とした安全の為の活動である。また、クラス 3) は、認識の違いを考慮していないので、クラス 2) の認識の違いを前提とした安全の為の活動をとる必要がある。そこで、クラス 2) の結果の一つの例を以下に示す。「応援作業員は、工期が迫っているからきているので解体をしやすいようにためネットをすべてばらした。」「監督は、作業が遅れているので遅れを取り戻すためには、作業員の経験と知恵が必要である。」検索された安全対策は、作業員独自の

安全対策を前提とした現場責任者の安全対策になっており、この情報は、未熟練の現場責任者にとって有用な安全対策になる。

## 6.2 考察

共通認識がとれていないことを前提とした安全の為の活動では、認識の取り違いによるパターンを定式化することによって3つのクラスタリング結果を得ることができた。この結果は、(Aの安全の為の活動)⇒(Bの安全の為の活動)を意味しており、本論文の定式化によって、「監督は、工期を縮めるために作業員の立場の安全対策にしたがう」のような安全対策の条件の違いを有効に関連付けができることがわかった。また、この関連付けは、現場経験者の暗黙知を表しており、未熟練者にとって安全施策を立案するための有用な情報であることも確認することができた。

## 7. まとめ

共通認識を前提としない対話モデル分類学習を行い、本来のキーワードでは現れない、監督が作業員の安全対策に従う場面が現れたことは共通認識の欠けた意見であるが重要である。経験の浅い監督は、作業手順を熟知している作業員の考えにしたがったために大きな事故につながることを示している。このような意見をくみ取ることは、未熟練者にとって安全の為の活動に有効な情報である。本論文であつかったメッセージは、監督の手で論理的なメッセージに書き出しておくか、さもなければ、論理的にかかっている。共通認識の欠

けたメッセージの中には、論理的にかかれていない意見も含まれるはずなので、このような意見をくみ取ることが今後の課題である。

## 参考文献

- [1]土屋智子、リスクコミュニケーションの実践に向けて、安全工学、vol. 43、No5、pp284-289、2004
- [2]滝沢真之、葛藤信博、小橋元久、リスクコミュニケーションの手段としての「インターネットフォーラム」の活用、安全工学、vol. 42、No1、pp51-59、2003
- [3]URL:<http://rcpor1.sfc.keio.ac.jp/>
- [4]齋藤耕一、大塚勝利、櫻井成一朗、現場参加のリスクコミュニケーション支援の研究、安全工学学会誌、投稿中
- [5]松尾 豊、石塚 満、共起の状況情報に基づく文書からのキーワード抽出アルゴリズム、人工知能学会論文誌、Vol. 17、No. 3、pp. 217-223、2002
- [6]Philippe Besnard、Anthony Hunter、A Logic-based theory of deductive arguments、Artificial Intelligence、pp203-235、2001
- [7]William W. Cohen、Robert E. Schapire and Yoram Singer、Learning to Order Things、the Journal of Artificial Intelligence Research、vol 10、1999
- [8]山田 誠二、中井 有紀、対話的分類学習によるWeb ページの部分更新モニタリング、人工知能学会論文誌、No. 5、pp.614-621、Vol. 17 (2002)
- [9]鈴木英之進、正確な学習よりも得する学習機分類コストを考慮する分類学習、情報処理学会誌、Vol. 45 No. 4、2004