

製品評価における試験手順の自動生成に向けた手法の検討

大森信行[†]

[†]横浜国立大学大学院環境情報学府
長野県工業技術総合センター

E-mail: {ohmori, mori}@forest.eis.ynu.ac.jp

森辰則[‡]

[‡]横浜国立大学大学院環境情報研究院

1 はじめに

製造業における製品評価のための試験工程においては、試験項目の選定は人手で行うことが一般的であるが、必ずしも手順が確立されておらず試行錯誤的な作業となるため、時間のかかる作業と言える。そこで、これらの作業の効率化を目指し、試験対象製品の構成部品の情報に基づいて試験項目候補を自動で選択し、試験手順作成(試験項目・設備・担当者)を支援する手法を検討している。

本論文では、試験対象製品に適した試験項目候補の自動選択に向け、試験対象製品を構成する部品情報を獲得するための手法について提案し、実験を通して有効性を検証する。

2 背景とアプローチ

2.1 試験手順作成の現状

製造業における製品開発では、市場におけるニーズの多様化にともない多品種少量生産が導入され開発効率の向上が望まれている。また、製品の安全性や信頼性等、品質に対しても製品利用者の関心が高まっており、品質向上も課題となってきた。こういった背景から、製品開発の現場においては、人員・開発期間・コストを中心とする開発リソースの削減と、安全性・信頼性の向上のために高い品質の確保が求められている。

これらの要求を実現するために、製品の品質評価を行う試験工程において、試験項目候補の検索・選択を自動化し、試験手順作成を支援する手法を検討している。製品評価のための試験工程においては、試験項目の選定は人手で行うことが一般的であり時間のかかる作業である。そこで、これらの作業の効率化を目指し、評価対象製品の構成部品の情報に基づいて試験項目候補を自動選定し、試験手順作成(試験項目・設備・担当者)を支援する。

試験手順生成にあたり、以下の3点を決定する必要がある。

- (1) 対象製品の評価に適する試験項目を選択
- (2) その試験項目の実施できる設備を選択

(3) その試験項目または設備の担当者を選択

試験手順作成の現状について人手で手順を作成する際に参照する情報源やその利用方法について述べる。

一般的な試験の条件や方法は公的規格や業界規格として規定され公開されているものがある。また、メーカーあるいは特定の製品向けの試験内容が社内規格として規定される場合もある。試験手順作成においては、これらを参照し、類似する製品についての規格や、製品の利用環境で生じる負荷を模擬する規格を試験項目として選択する。規格によっては、試験に利用する試験設備が例示されている場合もある。

試験項目の決定後には、試験担当機関・部署の保有試験設備の情報から、その試験項目の実施できる設備を選択するとともに、試験担当機関・部署の人員の担当する試験設備や保有技術等の情報から、その試験の担当者を選択する。

不具合事例情報として、メーカーで製造・販売した製品や部品について発生した不具合や事故の内容の情報を記録する場合がある。不具合事例情報から対象製品と類似する製品に過去に発生した不具合の原因等が得られれば、原因と同様の負荷を与える試験項目、設備を選択し、事例と同様の状況に不具合が発生するかどうかを判断する。

また、メーカー・部署によっては過去の試験事例情報として、試験対象製品や実施した試験項目、利用した試験設備、試験担当者を記録する場合がある。試験事例情報から試験対象製品と類似する製品についての事例を検索することで、同様の試験を行うための試験項目、設備、担当者の情報を得ることができる。

本稿では、このうちの試験項目候補の選定のための製品を構成する部品情報の獲得手法について述べる。

2.2 問題点解決のアプローチ

試験項目の選択は試験手順生成の第一段階であり、人手による作業であるが、製造メーカーで過去に製造販売実績のある製品では、取引先等との協議等で決まった過去の試験項目を参考にでき、必ずしも負荷の大きな作業とは

ならないことも多い。これに対して、メーカーで新たに開発した製品でこういった実績のない場合は、製品が異なるために過去の事例をそのまま再利用できず、取引先からの指定も少ない。また、輸送時や利用時に予想される負荷を加えて不具合の有無を確認することは製品の試験において一般的に行われるが、不具合の発生する環境、使い方等の正確な予測は難しく時間がかかることも多い。こういった理由から、新規開発製品では最適な試験項目の決定は負荷の大きな作業となる。

これらの問題点について、本研究では次のアプローチで試験項目の決定作業を支援する。

- (1) 実績のない製品へ対応するために、過去の不具合事例、事故事例等から試験対象製品に含まれる製品、部品の事例を探す。
- (2) その不具合事例の状況と同様の負荷を加える試験項目を候補として提示し、不具合事例の発生状況を試験において再現する。
- (3) これらの候補提示の自動化により調査時間の短縮、試験の漏れを防ぐ。

不具合事例文書は製品、部品について発生した不具合の内容の文書であるが、(1)で述べた試験対象と類似した製品の不具合事例等を検索するには、不具合事例文書に含まれる単語から、試験対象製品に含まれる製品、部品を獲得する必要がある。つまり、対象製品と全体部分関係にある単語を対象文書から抽出することである。

これは例えば、PC の試験項目の決定にあたり、PC に内蔵される HDD やメモリについての不具合事例を参考にする場合に相当する。

本研究では、不具合事例等の文書、試験対象製品を表す単語、試験対象製品の部品を表す少量の単語を入力とし、WWW 文書を利用するブートストラップによって、試験対象製品の部品を表す単語を獲得する手法を提案する。本手法では全体部分関係にある単語と共起するパターンに着目し、ブートストラップにより試験対象製品の部品を表す単語とその抽出用パターンを反復的に獲得する。

3 関連研究

試験手順の自動生成では、試験対象製品を構成する部品を表す単語の獲得を目指しており、これは製品と全体部分関係にある単語を順位づけし獲得することである。少量のシードインスタンスから、他のインスタンスを得るためのパターンを抽出し、反復的にインスタンスを増やしていくブートストラップ手法を用いて関係や語彙を獲得に関する

研究について述べる。

3.1 ブートストラップ手法を用いた研究

全体部分関係の獲得では、人体部位同士の関係を獲得する研究[1]がある。この研究では、複数のパターンの間の関係を利用し、ブートストラップの反復によるノイズ発生を防いでいる。

ブートストラップ手法では反復の際にいったん多数のインスタンス集合と共起するパターン(ジェネリックパターン)を獲得すると、それ以降獲得するインスタンスはシードとの関連性の低いものに移り変わってしまう(意味ドリフト)問題がある[2,3]。ジェネリックパターンは多数のインスタンスを獲得できるが獲得すべきでない無関係のインスタンスも獲得してしまうパターンである。シードと検索ログを対象として、単語とパターンを獲得する研究[3]では、ジェネリックパターンの獲得を防ぐため共起インスタンス数に基づいてパターンがジェネリックパターンであるかどうか判断を行っている。

WWW 文書を対象として獲得した HTML パターンにより共通の上位概念を持つ語彙を獲得する研究[4]では、パターンに一致した単語のうち出現ページ数が一定以上の単語を獲得することで、誤った単語の獲得を防いでいる。また、反復の度に新たな WWW 文書を取得して対象文書に加える。新たに追加する文書は、獲得された単語のうち一定数の単語をすべて含む WWW 文書であり、検索エンジンを利用して取得する。

3.2 本研究の位置づけ

本研究では、工業製品とその構成部品において成立する全体部分関係を対象としており、不具合事例文書から部品を表す単語を獲得する。その際に元の文書とは別の大規模な文書集合として WWW 上のテキストを利用する。これは、不具合事例文書は特定の製品、部品について発生した不具合を記述したものであり、それ以外の製品、部品についての全体部分関係が記述されないことが多く、不具合事例文書のみからでは全体部分関係の獲得が困難なためである。

反復で新たなインスタンスつまり単語を獲得するたびに、その単語を含む WWW 文書を新たに収集する。また、HTML パターンは利用せず、係り受け関係にある単語の関係を抽出している。

4 提案手法

対象製品と全体部分関係にある単語を不具合事例文書

から抽出する手法について述べる。不具合事例文書に含まれる単語を「部品らしさ」で順位付けし部品を表す単語を獲得することが目的である。この際に作成コストのかかる辞書を用いず人手をかけずに単語を獲得するため、ブートストラップで、部品を表す単語とその抽出用パターンを反復的に獲得する。

ブートストラップの内容について述べる。反復の初回では、シード単語として試験対象製品と全体部分関係にある単語を与える。

次にシード単語を含む WWW 文書を収集する。収集した WWW 文書から、シート単語と共起するパターンを獲得する。パターンは順位づけを行ったうえで獲得する。

続いて獲得したパターンにより新たな部品を表す単語を獲得する。ここでは部品候補単語を順位づけして上位 k 個を新たに部品を表す単語として獲得する。新たに獲得された単語は次の反復でシード単語に追加し反復を繰り返す。

5 評価実験と考察

不具合事例文書に含まれる単語から、上記手法にて試験対象製品との全体部分関係が獲得できるかを調査するため、以下の実験を行った。

5.1 実験設定

事故や失敗の未然防止や再発防止を目的として公開されている不具合事例等の文書[5][6]の一部(約 70 文書)について、chasen により形態素解析した結果から品詞がサ変名詞、固有名詞、普通名詞、未知語である単語を部品候補単語として約 1000 語を取り出した。このなかから試験の対象製品にあたる「自動車」を構成するものを獲得することを目的とし、「自動車」を構成する部品として不具合事例文書から、自動車の部品に相当する約 200 語を手で抽出した。

初期のシード単語は、検索エンジンで「自動車」との AND 検索を実行した際の検索数が最も多い単語順に 20 単語を設定した。AND 検索を実行したのは、本手法によるパターンの獲得には製品を表す語、部品を表す語の両方を含む文書が必要なためであり、そういった WWW 文書を多く取得できパターンを獲得しやすい語を初期のシードとするため検索数の多い語を選択した。

シード単語を含む WWW 文書の収集

WWW 文書の取得では、シード単語のうちの 1 単語と対象製品を表す語の両方の語が出現する文書を収集する。

反復の初回はシード単語のうちの 1 単語と対象製品を表す語の両方の語が出現する文書を取得する。反復の 2 回目以降は、前回の反復で獲得した単語のうちの 1 単語と対象製品を表す語の両方の語が出現する文書を収集し前回までの反復で取得した WWW 文書に追加する。なお、WWW 文書の取得と後述するパターンの順位づけには検索エンジン Yahoo!¹を利用した。

パターン候補の獲得

取得した WWW ドキュメントについて chasen と cabocha により係り受け解析を実施する。その結果の連続する 3 つの文節において、第一文節および第三文節のそれぞれ格助詞を除いた部分が対象製品を表す単語と、シード単語の両単語に一致するかどうかを判断する。一致する場合には、第一文節の格助詞と第二文節をつなげたものをパターンの候補とする。候補パターンは順位づけを行ったうえで獲得する。次の例 1 では、係り受け関係にある 3 つの連続する文節を空白で区切って表している。下線部が対象製品を表す単語とシードに含まれる単語であり、第一文節では対象製品をあらわす「自動車」と一致し、第三文節ではシード単語の「電池」と一致するので、第一文節の格助詞「に」と第二文節をパターン候補として取得する。枠内が取得するパターン候補である。

例 1: 自動車に搭載される電池

例 2: 電気自動車に搭載される燃料電池

ここでは、パターン自体とともに対象製品を表す単語と、シード単語の出現順序が得られる。なお、第一文節、第三文節に名詞・未知語からなる複合語が含まれる場合は、日本語が主要部末端 (head-final) な言語であることから、例 2 に示す通りそれぞれの文節について末端部の単語を対象として対象製品を表す単語と、シード単語との一致を判定した。

パターン候補の順位づけ

パターンの順位づけには WWW 文書を対象として共通の上位概念を持つ語彙を獲得する研究[4]を参考に以下のパターンスコア PS を用いた。 PS は連続する 3 文節におけるパターン P の出現数に対してパターン P で抽出できる当該反復でのシード単語数の割合を示す。 F_{pl} は、パターン P で抽出可能なシードの異なり単語数である。また、 N_p は WWW 文中に出現した 3 つの連続する文節のうち第一文節の格助詞および第二文節がパターン P に一致するものの数である。

¹ <http://developer.yahoo.co.jp/>

$$PS(P) = \frac{F_P}{N_P}$$

本実験ではパターンスコアの上位から 5 パターンを候補パターンとする。さらに各候補パターンについて再順位づけを行い上位 1 パターンを獲得する。

検索エンジンを用いたパターンの再順位付けの方法について以下に述べる。ここでは、パターンの再順位付けのため部品候補単語の順位づけを行う。初めに、パターンと部品候補単語から検索クエリを作成する。クエリは、パターン自体に、対象製品を表す単語と部品候補単語をつなげた文字列である。例えば以下の例は、「に使われる」というパターンについて、試験対象製品の「自動車」、シード単語の「電池」をつなげる場合のクエリである。

クエリの例: 自動車に使われる電池

WWW 文書全体における部品候補単語の出現文書数に対して、部品候補単語と注目しているパターン・試験対象製品とが共起する文書の割合を得るために、このクエリによる検索エンジンでの検索結果数を部品候補単語単体での検索結果数で除した値を部品候補単語全てについて求め、この値により部品候補単語を順位づける。そして部品候補単語の順位づけにおける各シード単語の順位を求める。全体部分関係を精度よく抽出できるパターンであれば、部品を表す単語が上位に位置づけられると考えられるので、このように求めた各シード単語の順位の平均を候補パターン全てについて計算し、順位の平均値がもっとも高く未獲得のパターンを 1 つ獲得する。

部品を表す単語の獲得

獲得したパターンにおいて再順位づけをおこなった際の上位から未獲得の 5 単語を獲得した。本単語をシード単語に追加して新たな反復を繰り返す。また単語・パターンは破棄せず、反復ごとに累積的に獲得した。

5.2 実験結果及び考察

上記の設定で実験を行い、反復を繰り返した時の精度を表 1 に示す。このときの正解は 5.1 の「自動車」を構成する部品として手動で選択した約 200 単語である。反復ごとに精度は徐々に低下した。2 回目と 5 回目の反復で適合率が低下しているのは「構造、性能」等の自動車に関連はあるが自動車の部品ではない単語が獲得されたためである。

再現率については本実験では正解の約 200 単語に対し

て反復ごとに 5 単語ずつの獲得であるために小さい値となっているが、反復を繰り返すに従って向上する傾向がある。5 回目の反復で再現率が前回の反復と同じであったのは、前述の通り自動車の部品ではない単語が獲得されたためである。

表 1: 反復回数と精度

反復	1	2	3	4	5
適合率	80%	50%	60%	65%	52%
再現率	1.9%	2.4%	4.3%	6.2%	6.2%

5 おわりに

ブートストラップ手法を工業製品との全体部分関係にある単語の獲得に適用した際の効果を実験により調査した。試験対象製品と関連性はあるが全体部分関係ではない単語が獲得されることで精度が低下する傾向が確認されており、今後はパターンと単語の順位づけ方法を検討し、反復回数を増やした実験により全体部分関係獲得の性能を評価する予定である。

参考文献

- [1] 荒牧英治、今井健、梶野正幸、美代賢吾、大江和彦: メタ関係を利用したテキストからの人体部位関係の抽出. 言語処理学会 第 12 回年次大会, pp.508-511, 2006.
- [2] 小町守, 工藤拓, 新保仁, 松本裕治: カーネル法を用いた意味的類似度の定義とブートストラップの一般化. 言語処理学会 第 14 回年次大会論文集, pp.825-828, 2008.
- [3] 小町守, 鈴木久美: 検索ログからの半教師あり意味知識獲得の改善. 人工知能学会論文誌, Vol.23, No.3, pp.217-225, 2008.
- [4] 水口弘紀, 河合英紀, 土田正明, 久寿居大: Web 知識を利用したブートストラップによる辞書増殖手法. 電子情報通信学会 第 18 回データ工学ワークショップ論文集 E8-5, 2007.
- [5] 独立行政法人 科学技術振興機構: 失敗知識データベース (<http://shippai.jst.go.jp/>).
- [6] 独立行政法人 製品評価技術基盤機構: 平成 19 年度事故情報収集制度報告書. 2008.