

Regeln zur Erkennung problematischer Konjunktive in Anforderungen

Jennifer Krisch

Research and Development, Daimler AG
Hanns-Klemm-Straße 45, 71034 Böblingen, Germany
jennifer.krisch@daimler.com

I. MOTIVATION UND ZIELSETZUNG

Die am häufigsten genutzte Notationsform für Anforderungen ist noch immer die natürliche Sprache [1], [2]. Die Verwendung der natürlichen Sprache birgt allerdings Risiken: es können mehrdeutige bzw. unverständliche Konstruktionen entstehen. Anforderungen müssen eindeutig und verständlich geschrieben sein, damit es zu einem einheitlichen Verständnis zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer kommt. Auch die Angabe der rechtlichen Verbindlichkeit einer Anforderung spielt eine zentrale Rolle. Sie gibt Aufschluss darüber, ob der Auftragnehmer die Anforderungen realisieren muss oder ob er die Möglichkeit dazu hat.

Rechtlich verbindliche Anforderungen können beispielsweise durch die Verwendung des Wortes *muss* gekennzeichnet werden [3]. Optionale Anforderungen hingegen können durch das Wort *kann* gekennzeichnet werden. In Daimler-Lastenheften beobachten wir jedoch, dass zusätzlich zu diesen Wörtern auch häufig der Konjunktiv verwendet wird. In Tabelle I sind die Frequenzen der am häufigsten vorkommenden Konjunktive zu sehen. Die Zahlen beziehen sich auf ein Korpus, welches insgesamt 2.502.220 Tokens umfasst. Manuelle Analysen zeigen, dass die Konjunktive *könnte*, *wäre* und *würde* nicht kritisch sind, weil sie wie *kann* optionale Anforderungen beschreiben.

Tabelle I
FREQUENZEN DER WÖRTER IM KONJUNKTIV

Wort	Frequenz
sollte	687
könnte	75
wäre	44
würde	38

Der Konjunktiv *sollte* kommt verglichen mit den anderen Konjunktiven häufig vor. Autoren verwenden diesen Konjunktiv, weil *muss* ihnen im Gegensatz zu *sollte* zu fordernd und weniger höflich erscheint. Bei der Verwendung von *sollte* ist allerdings der Grad der rechtlichen Verbindlichkeit nicht immer eindeutig gegeben. Ein Beispiel hierfür ist die folgende Anforderung: “*Der Durchmesser sollte zwischen 4,0 mm und 8,0 mm liegen.*” Ersetzt man den Konjunktiv durch den Indikativ, ist die Verbindlichkeit eindeutig gekennzeichnet. Diese Lesart von *sollte*, bei welcher keine klare

Aussage über die Verbindlichkeit getroffen werden kann, ist die deontische Lesart. Anforderungen, die eine deontische Lesart von *sollte* enthalten, müssen identifiziert werden und vom Autor gegebenenfalls überarbeitet werden.

Eine reine Wortsuche nach *sollte* reicht hierbei nicht aus. Der Grad der rechtlichen Verbindlichkeit steht nicht grundsätzlich in Frage, wenn dieses Wort verwendet wird. Dies wird in folgender Anforderung deutlich: “*Falls es hinsichtlich der technischen Anforderungen notwendig sein sollte, ...*”. Der Konjunktiv und das ihm vorausgehende Verb *sein* können in diesem Fall durch den Indikativ ersetzt werden und die Interpretation bleibt erhalten. Bei dieser Lesart handelt es sich um die Potentialis-Lesart, welche unkritisch ist. Bei einer automatischen Suche sollen folglich nur die deontischen Verwendungen dem Autor angezeigt werden, damit er diese nochmals überarbeiten kann.

Im Folgenden soll nun die Entwicklung von Regeln beschrieben werden, welche die kritischen Verwendungen des Konjunktivs *sollte* automatisiert identifizieren.

II. COMPUTERLINGUISTISCHE ANNOTATION

Für die Analyse wurden zunächst Lastenhefte aus DOORS exportiert und die enthaltenen Anforderungen anschließend tokenisiert. Nach dieser Einteilung in Wörter und Zeichen, wurden die Texte lemmatisiert, d.h. für jedes Token wurde dessen Grundform annotiert. Nach der Lemmatisierung folgte das Part-of-Speech-Tagging und anschließend das Parsing. Beim Part-of-Speech-Tagging wird für jedes Wort dessen Wortart ermittelt und beim Parsing werden grammatische Relationen und syntaktische Abhängigkeiten zwischen Wörtern annotiert. Diese Annotationen wurden mit den *mate-Tools*¹ und mit *MarMot*² durchgeführt. In einem letzten Schritt wurden die Texte in ein CQP-lesbares Format umgewandelt. Mit *CQP*³ können die Texte gezielt nach bestimmten Instanzen durchsucht werden und es können Regeln für die Identifikation der kritischen Verwendungen von *sollte* mithilfe der CQP-Sprache formuliert werden.

III. ANALYSE UND UMSETZUNG

Um Regeln für eine automatische Identifikation kritischer Verwendungen von *sollte* entwerfen zu können, wurden

¹<https://code.google.com/p/mate-tools>

²<http://cistern.cis.lmu.de/marmot>

³<http://cwb.sourceforge.net>

zunächst Anforderungen, die das Wort *sollte* enthalten, manuell danach bewertet, ob es sich bei den Konstruktionen um kritische oder unkritische Verwendungen handelt. Mithilfe dieser Bewertungen konnten anschließend Muster für kritische Verwendungen hergeleitet werden.

Ein erstes Ergebnis der Analyse ist, dass *sollte* häufig als Einleitung eines Konditionalsatzes verwendet wird wie beispielsweise in: “*Sollte der Wert kleiner als 2 sein, dann ...*”. In diesen Fällen kann *sollte* durch *wenn* ersetzt werden und die Bedeutung des Satzes bleibt erhalten. Der Grad der rechtlichen Verbindlichkeit ändert sich nicht. Diese Verwendung von *sollte* ist nicht kritisch. Es handelt sich hierbei um die Potentialis-Lesart.

Im Folgenden werden nun drei Regeln für die Identifikation kritischer Verwendungen aufgeführt.

1) Eine kritische Verwendung von *sollte* liegt vor, wenn *sollte* das Hauptverb, d.h. das syntaktisch ranghöchste Verb, bildet wie beispielsweise in “*Die maximale Länge sollte 300 mm nicht überschreiten.*” Diese Verwendung von *sollte* ist deontisch, d.h. es ist nicht eindeutig, ob die Anforderung rechtlich verbindlich ist. Falls diese Anforderung vom Auftragnehmer umgesetzt werden soll, muss hier das rechtlich verbindliche *muss* verwendet werden. Konstruktionen dieser Art müssen identifiziert werden. Für die automatische Identifikation kann die Ausgabe des Parsers verwendet werden. Der Parser annotiert Abhängigkeiten zwischen Wörtern und bestimmt auch das Hauptverb des Satzes. Die entworfene Regel identifiziert alle Instanzen von *sollte*, die das Hauptverb des Satzes bilden.

2) Eine weitere deontische und somit kritische Verwendung von *sollte* liegt vor, wenn *sollte* zwar nicht das Hauptverb des Satzes ist, aber die syntaktische Funktion eines Konjunks einnimmt. Ein Beispiel für eine solche Verwendung ist: “*Die Ausschnitte müssen so klein wie möglich gehalten werden und sollten größer sein als der entsprechende Blechausschnitt.*” In dieser Anforderung ist nicht *sollten*, sondern *müssen* das Hauptverb. Der Konjunktiv *sollten* bildet das Konjunkt zu der Konjunktion *und*. Diese Information wird ebenfalls durch den Parser bereitgestellt und kann bei der Regelformulierung verwendet werden.

3) Die dritte Regel identifiziert Konstruktionen wie “*Es ist zu beachten, dass die Überprüfung und Abgabe dieselben Verfahren benutzen sollten.*” Hierbei handelt es sich ebenfalls um eine deontische Verwendung des Wortes *sollte*, welche mithilfe der Ausgabe des Parsers (Abhängigkeiten zwischen Wörtern) automatisiert identifiziert werden kann. Die Regel lautet wie folgt: Ist *sollte* das grammatische Regens von *dass*, also der Mutterknoten, handelt es sich um eine kritische Konstruktion.

IV. EVALUATION

Für die Evaluation der Regeln wurden insgesamt zwei Korpora aus verschiedenen Fachbereichen des Automobilkontexts verwendet. Insgesamt umfassen diese Korpora

1.349.828 Token in insgesamt 111.615 Sätzen. In Abbildung 1 sind die Evaluationsergebnisse für die entwickelten Regeln zu sehen.

		Automatische Analyse →	
		Kritische Anforderung	Unkritische Anforderung
Manuelle Analyse ↓	Kritische Anforderung	155	1
	Unkritische Anforderung	4	168

Abbildung 1. Evaluation

156 mal stand das Wort *sollte* in einem Kontext, in welchem der Grad der rechtlichen Verbindlichkeit nicht eindeutig gegeben war, d.h. es handelt sich hierbei um eine deontische Lesart (= kritische Anforderung). Mit den entwickelten Regeln wurden insgesamt 155 Instanzen korrekt als kritisch erkannt. Weiterhin wurden 168 von 172 unkritischen Anforderungen korrekt als unkritisch kategorisiert. Dies bedeutet, dass die Analyse vier überflüssige Warnungen (false positives) ausgibt und eine Warnung fälschlicherweise nicht ausgibt (false negatives). In Tabelle II sind die Precision- und Recall-Werte für die beiden Kategorien kritische und unkritische Anforderung zu sehen.

Tabelle II
EVALUATION NACH PRECISION UND RECALL

Klasse	Precision	Recall
Kritische Anforderung	97,48%	99,36%
Unkritische Anforderung	99,41%	97,67%

Die fünf Fehlanalysen resultieren aus grammatikalisch schlecht formulierten Anforderungen, Fehlern des Parsers, Fehlern des Tokenizers, eingeschobenen Hauptsätzen und Konstruktionen, bei welchen *sollte* in einer Klammer steht.

Die Anzahl der Fehlwarnungen kann, verglichen mit einem Wortlisten-basierten Ansatz, deutlich gesenkt werden. Ein Wortlisten-basierter Ansatz liefert 172 Fehlwarnungen, der hier präsentierte Kontext-basierte Ansatz liefert lediglich vier Fehlwarnungen.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden Regeln für die automatische Identifikation kritischer Verwendungen des Konjunktivs *sollte* entwickelt. Im Vergleich zu einem Wortlisten-basierten Ansatz, lässt sich die Anzahl der Fehlwarnungen stark reduzieren.

LITERATUR

- [1] M. Kassab, C. Neill, and P. Laplante, “State of practice in requirements engineering: contemporary data,” *Innovations in Systems and Software Engineering*, vol. 10, no. 4, pp. 235–241, 2014.
- [2] S. Adam, C. Wünsch, and M. Koch, “Ergebnisbericht RE-Kompass,” Fraunhofer IESE, Tech. Rep., 2013, (in German).
- [3] C. Rupp, *Requirements-Engineering und-Management: professionelle, iterative Anforderungsanalyse für die Praxis*. Hanser Verlag, 2009.