

# 1. Übung zur Vorlesung Software-Produktlinien



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## Feature-Modelle und Produktkonfiguration

### Aufgabe 1 SPL Engineering

- Welche Vorgehensweisen zur Entwicklung einer Produktlinie wurden in der Vorlesung besprochen?
- Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile der jeweiligen Ansätze (siehe dazu Folie 33 des Vorlesungskapitels „Motivation, Basics, Examples“)

### Aufgabe 2 Erstellen von Feature-Modellen

#### Aufgabe 2.1 Erstellen von Konfigurationstabellen aus Feature-Modellen

Gegeben sei das Feature-Modell in Abbildung 1 für eine *Vending Machine* Produktlinie.

- Erstellen Sie die zugehörige Konfigurationstabelle.
- Wieviele Produktkonfigurationen umfasst (1) der Konfigurationsraum und (2) der *valide* Konfigurationsraum der *Vending Machine* Produktlinie?
- Welche Features der Produktlinie sind *Core*-Features und welche sind *Dead*-Features?

*Hinweis: Verwenden Sie die in Klammern angegebenen Abkürzungen für die Feature-Namen.*

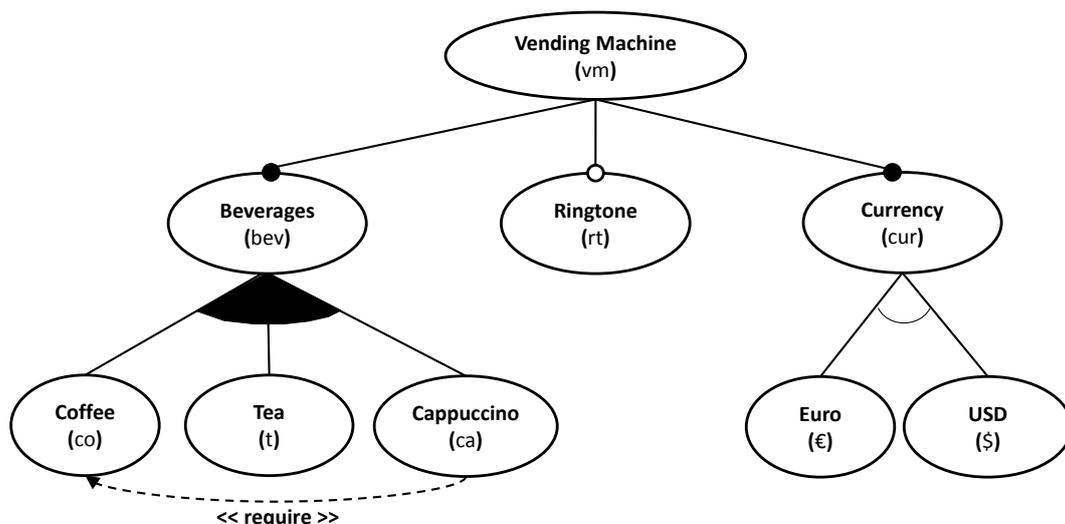


Abbildung 1: Feature-Modell einer Vending Machine Produktlinie

---

## Aufgabe 2.2 Erstellen von Feature-Modellen aus natürlichsprachlichen Anforderungen

---

Es soll eine Produktlinie für Autoradios entworfen werden. Als Ergebnis des ersten Schrittes der Domänen-Analyse wurde folgende Feature-Liste identifiziert:

- Sources: FM, USB, CD, Tape
- Control: Touch, Buttons, Voice
- Display: Matrix, LCD

Zusätzlich liegt eine textuelle Beschreibung der Abhängigkeiten zwischen den Features vor:

- Jedes Radio soll traditionellen Rundfunk per FM empfangen können sowie mindestens eine weitere Quelle nutzen können.
- Eine Kombination aus analogen und digitalen Quellen ist nicht möglich.
- Das Radio kann optional mit einem Display versehen sein.
- Ein Radio aus dieser Serie bietet genau eine Bedienungsart. Es kann entweder über traditionelle Knöpfe, eine Sprachsteuerung oder über einen berührungsempfindlichen Bildschirmaufsatz bedient werden. Für die Montage des berührungsempfindlichen Aufsatzes wird ein LCD benötigt.
- Das LCD ist ebenfalls zur Nutzung des USB Anschlusses als Quelle notwendig.

Erstellen Sie anhand der textuellen Anforderungsbeschreibung ein zugehöriges Feature-Modell in FODA Notation.

---

## Aufgabe 2.3 Erweitern bestehender Feature-Modelle

---

Produktlinien unterliegen in der Regel kontinuierlichen Anpassungen und Evolutionen. Die bestehende Body Comfort System (BCS) Produktlinie soll um ein optionales Feature *Leave Car* erweitert werden. Dieses soll über die Fernbedienung per Knopfdruck eventuell noch geöffnete Fenster schließen sowie das Fahrzeug verschließen und die Alarmanlage einschalten. Erweitern Sie das BCS Feature-Modell in Abbildung 2 um die geforderte Funktionalität.

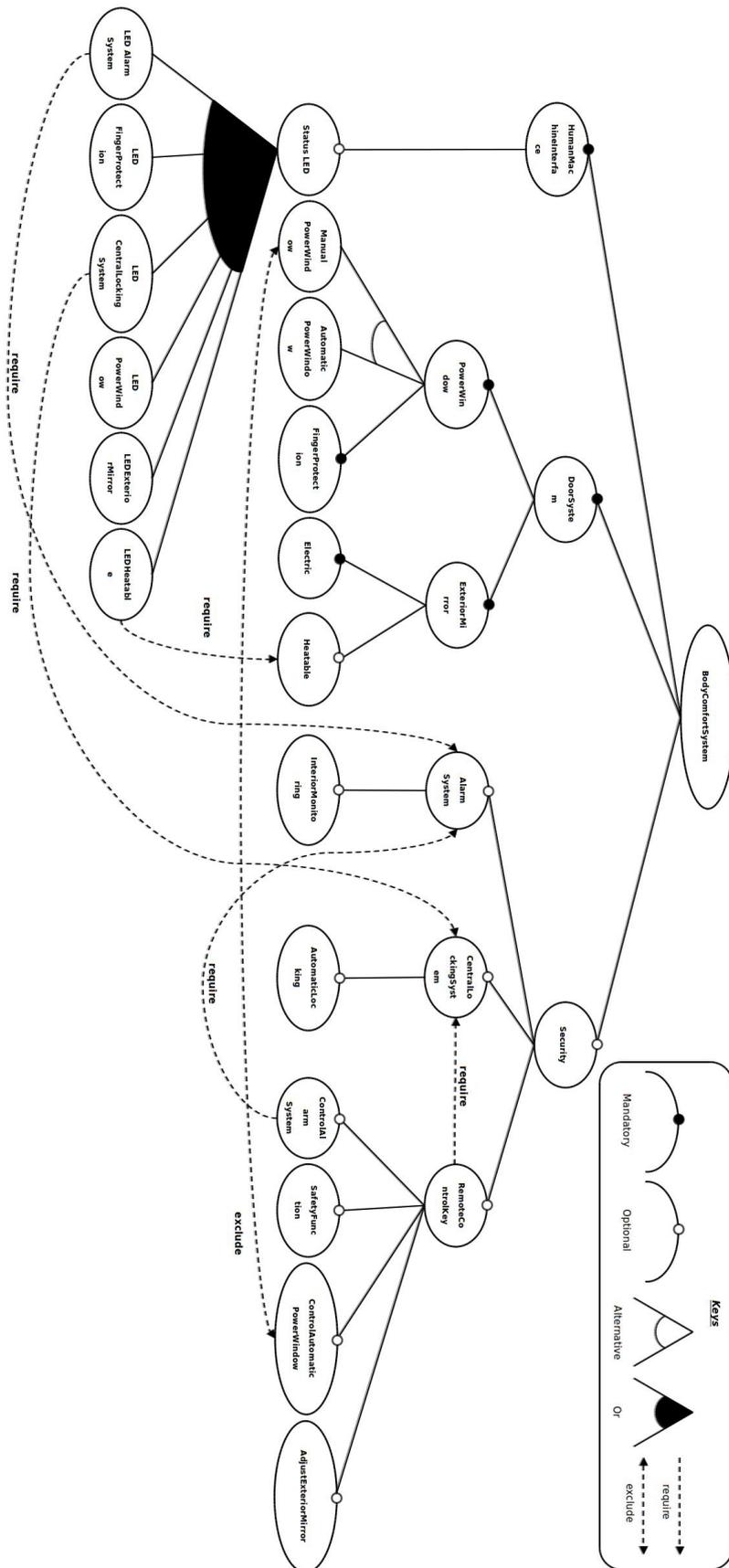


Abbildung 2: Ursprüngliches Feature-Modell des Body Comfort Systems

---

## Aufgabe 3 Analyse von Feature-Modellen

---

### Aufgabe 3.1 Anomalien in Feature-Modellen

---

- a) Welche Anomalien können in Feature-Modellen auftreten?
- b) Die Entwickler haben das Feature-Modell des Body Comfort Systems nicht nur von Hand gezeichnet sondern auch mit dem Tool FEATUREIDE modelliert. Bedingt durch Beschränkungen von FEATUREIDE bei der Modellierung ist dabei eine Anomalie entstanden.
  1. Finden Sie diese Anomalie in Abbildung 5. Welchen Einfluss hat sie?
  2. Schlagen Sie eine Lösung zum Entfernen dieser Anomalie vor.
- c) Untersuchen Sie die Feature-Modelle in den Abbildungen 3 auf Anomalien.

---

### Aufgabe 3.2 Vergleich von Feature-Modellen

---

Gegeben sei die Feature-Menge  $F = \{f_1, f_2, f_3, f_4\}$ .

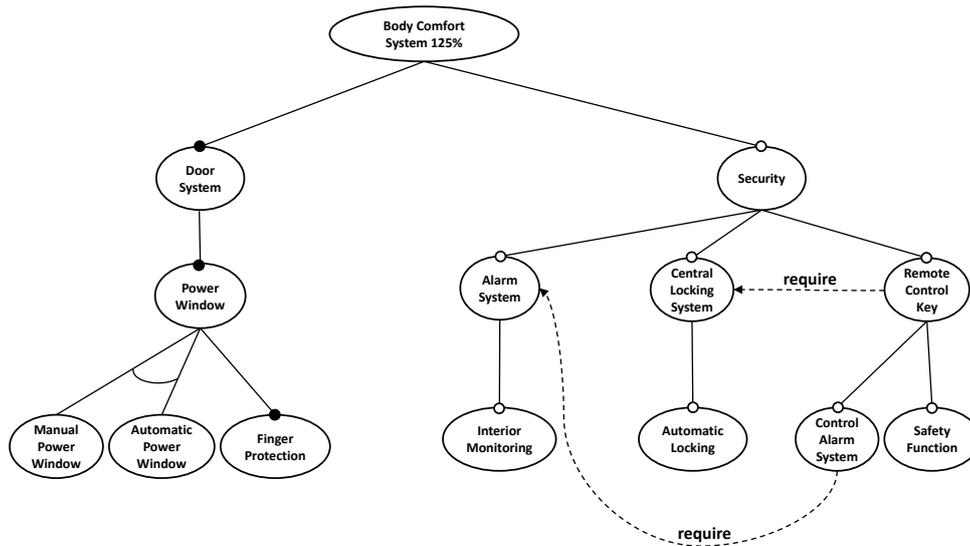
- a) Wieviele valide Konfigurationsräume sind für die Feature-Menge  $F$  insgesamt möglich?
- b) In Abbildung 4 sind acht verschiedene Feature-Modelle für die Menge  $F$  zu sehen. Vergleichen Sie die Feature-Modelle miteinander anhand der in der Vorlesung eingeführten Kategorien.

---

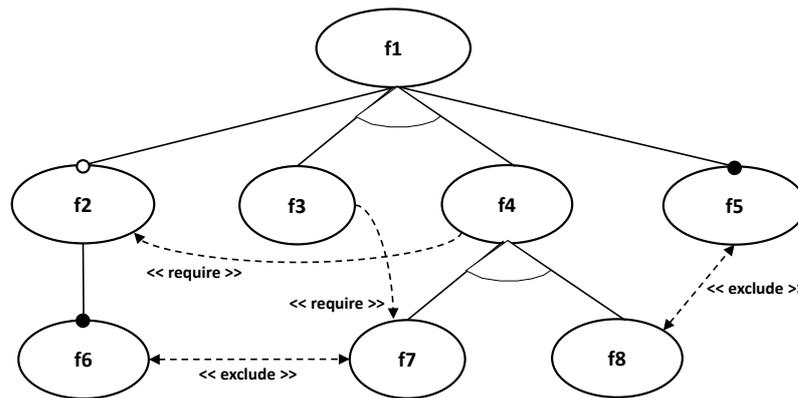
### Aufgabe 3.3 Übersetzen von Feature-Modellen in SAT-Probleme

---

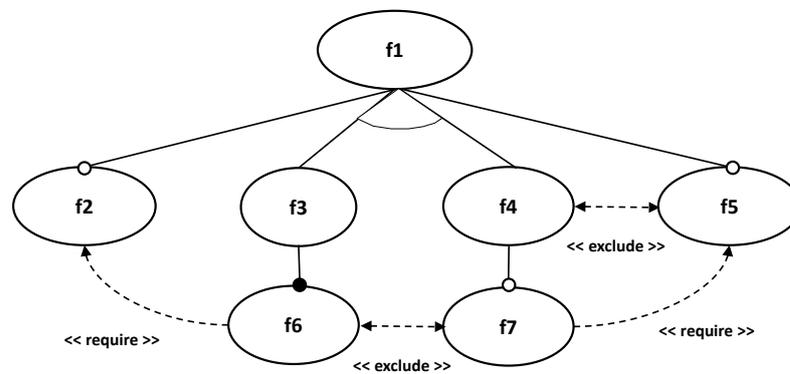
- a) Übersetzen Sie FM3 und FM4 aus Abbildung 4 in aussagenlogische Terme.
- b) Wie kann ein Vergleich von Feature-Modellen wie in Aufgabe 3.2. mithilfe eines SAT-Solvers automatisiert werden?
- c) Vergleichen Sie auf Grundlage der SAT-Darstellung FM3 und FM4 erneut.



(a) Feature-Modell A (Kleinere Version des BCS Feature-Modells)

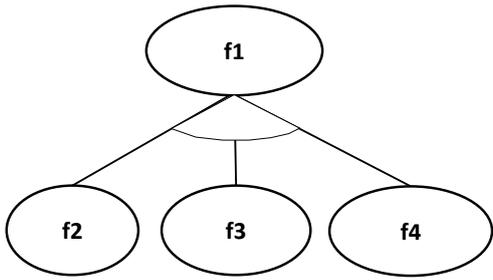


(b) Feature-Modell B

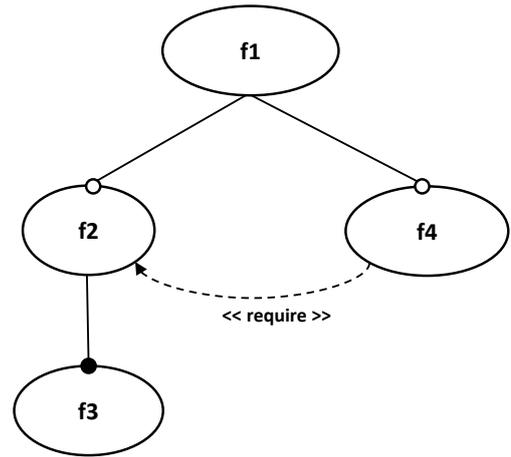


(c) Feature-Modell C

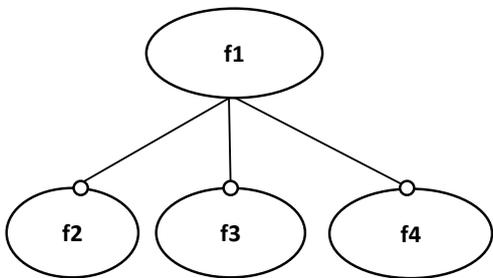
Abbildung 3: Feature-Modelle mit potentiellen Anomalien



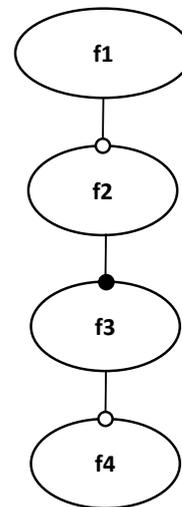
(a) FM 1



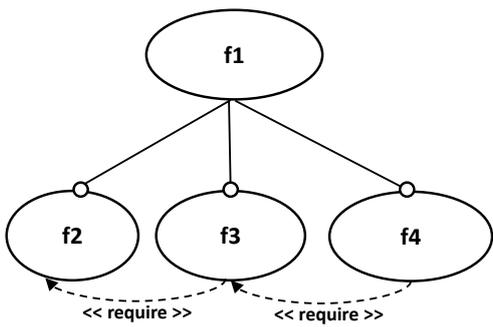
(b) FM 2



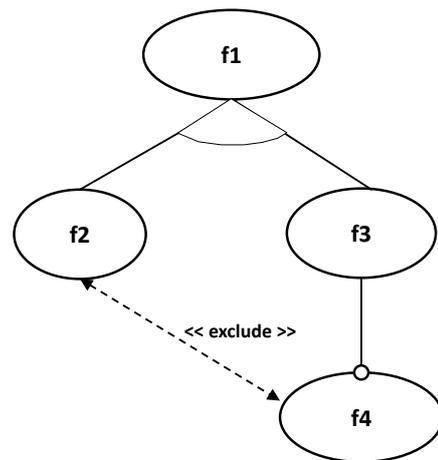
(c) FM 3



(d) FM 4



(e) FM 5



(f) FM 6

Abbildung 4: Beispiele für Feature-Modelle

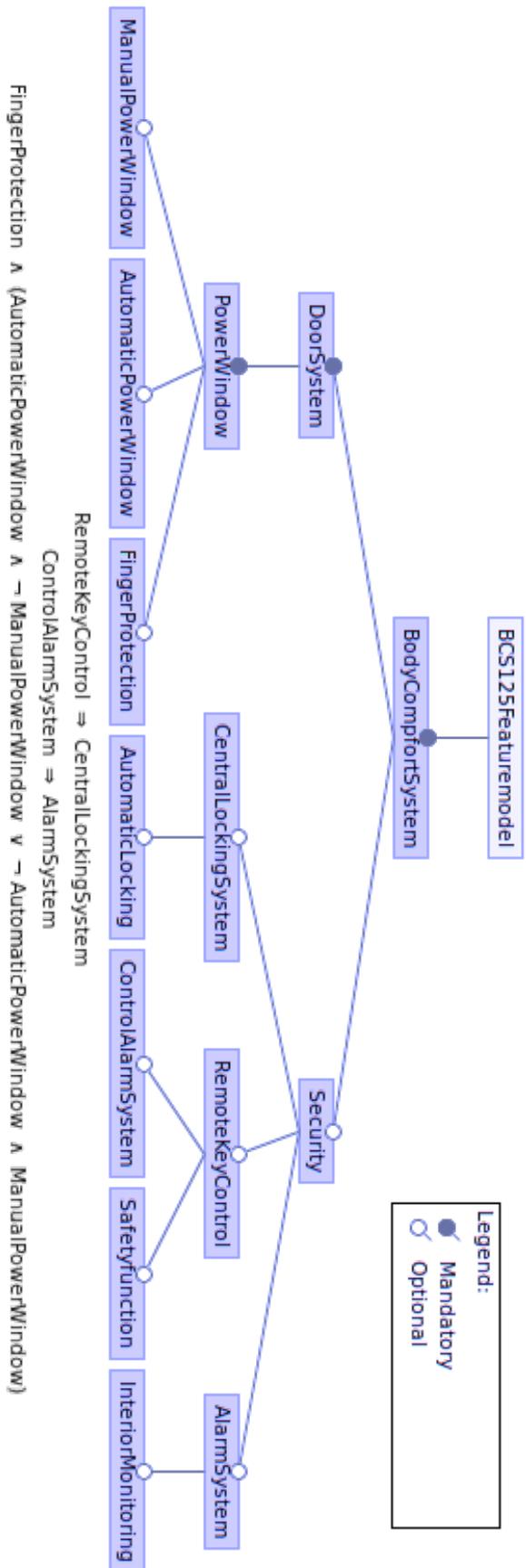


Abbildung 5: BCS Feature-Modell mit Anomalie

## Aufgabe 4 Erweiterte Feature-Modelle

- a) Eine mögliche Erweiterung von Feature-Modellen sind Feature-Gruppen mit Kardinalitäten  $(k, l)$ , d.h. mit einer expliziten Angabe der Mindestanzahl  $k$  und Maximalzahl  $l$  zu wählender Features.
- Was muss für die Werte von  $k$  und  $l$  einer Feature-Gruppe mit  $n$  Features gelten, damit das Feature-Modell wohlgeformt ist?
  - Wie können die bisher betrachteten Feature-Modalitäten und Gruppen-Arten durch Gruppen-Kardinalitäten ausgedrückt werden?
  - Beschreiben Sie eine mögliche Transformation von Feature-Gruppen mit Kardinalitäten in dazu äquivalente Feature-Modelle in Standard FODA Notation.
- b) Viele Feature-Modell-Editoren ermöglichen es, zusätzlich zum Feature-Diagramm komplexe Cross-Tree-Constraints in Form von beliebigen aussagenlogischen Termen anzugeben. Beschreiben Sie eine Transformation solcher Constraints in FODA Feature-Modelle. Geben Sie für das Feature-Modell in Abbildung 6 das Ergebnis dieser Transformation an.

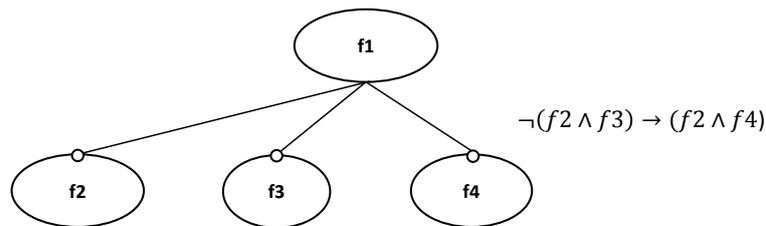


Abbildung 6: Feature-Modell mit komplexen Constraints

- c) Eine weitere mögliche Erweiterung von Feature-Modellen sind nicht-Boole'sche Features, bzw. Feature-Attribute und entsprechend erweiterte Constraint-Sprachen. Geben Sie für das Feature-Modell in Abbildung 7 eine mögliche Transformation in ein äquivalentes FODA Feature-Modell an.

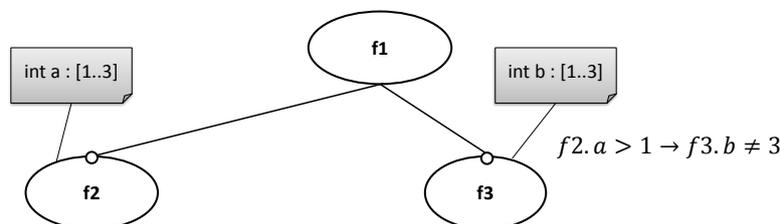


Abbildung 7: Feature-Modell mit Attributen und Constraints

*Hinweis: Bei der Transformation der Feature-Modelle dürfen zusätzliche Feature-Knoten eingefügt werden*

---

## Aufgabe 5 Feature-Modellierung mit FeatureIDE

---

In dieser Aufgabe soll das Tool `FEATUREIDE` für die Erstellung und Analyse von Feature-Modellen verwendet werden<sup>1</sup>.

- a) Erstellen Sie das Feature-Modell der *Vending Machine* aus Abbildung 1 in `FEATUREIDE`.
- b) Lassen Sie sich von `FEATUREIDE` die Anzahl möglicher Konfigurationen des BCS Feature-Modells aus Abbildung 2 ausgeben.
- c) Lassen Sie sich für die Feature-Modelle aus Abbildung 3 durch `FEATUREIDE` die in diesen Modellen enthaltenen Anomalien anzeigen.

---

## Aufgabe 6 Produktkonfiguration

---

- a) Finden Sie für das Feature-Modell in Abbildung 1 beispielhafte Konfigurationssequenzen mit
  1. möglichst vielen impliziten Konfigurationsschritten,
  2. möglichst wenigen impliziten Konfigurationsschritten,
  3. möglichst schnellem Auftreten einer invaliden Entscheidung.
- b) Gegeben sei das Feature-Modell eines Document Management Systems (DMS) in Abbildung 8. Wenden Sie folgende (partielle) Konfigurationssequenz an:

$$\langle +DMS \rangle, \langle -Report \rangle, \langle +GeneralSearch \rangle$$

- c) Geben Sie für das unerfüllbare Feature-Modell in Abbildung 3 eine Konfigurationssequenz an, die möglichst schnell zu einem Widerspruch führt.
- d) Erläutern Sie, wie mithilfe eines SAT-Solvers die Korrektheit von Konfigurationsprozessen sichergestellt werden kann.

---

<sup>1</sup> [[http://www.iti.cs.uni-magdeburg.de/iti\\_db/research/featureide/](http://www.iti.cs.uni-magdeburg.de/iti_db/research/featureide/)]

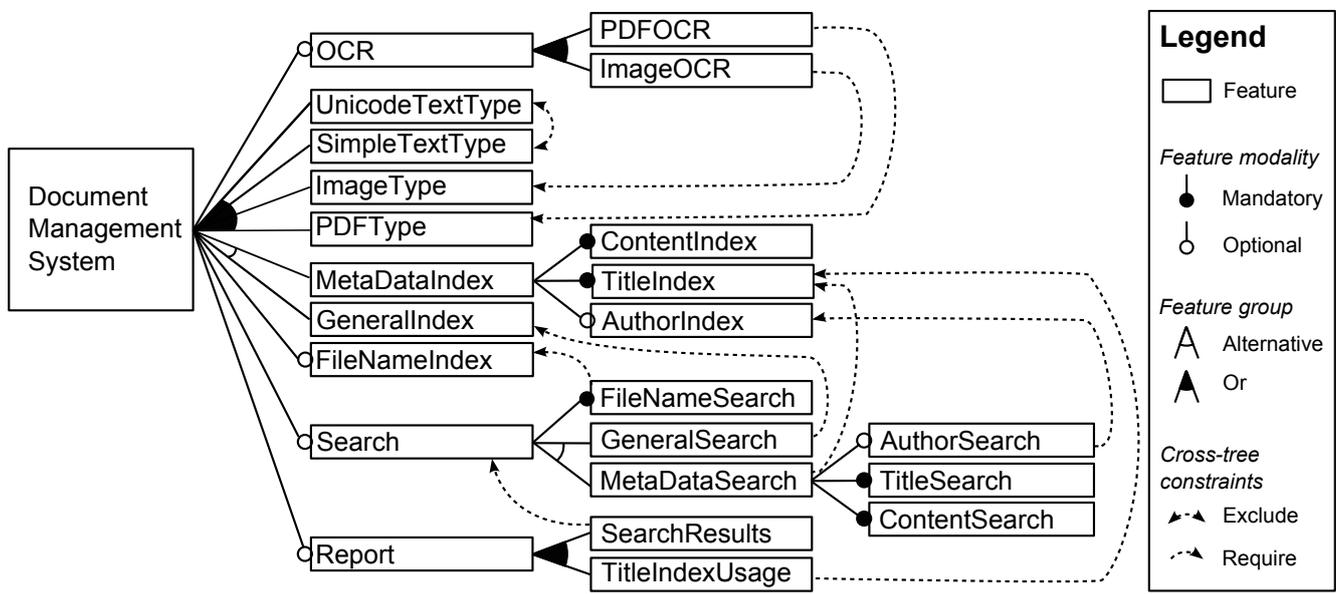


Abbildung 8: DMS Feature-Modell