

ドメイン駆動設計における制約条件記述を含むドメインモデルの生成 AI 援用リファインメント

Generative AI-assisted Refinement of Domain Models including Constraint Descriptions in Domain-Driven Design

水野 駆† 和崎 克己‡
Kakeru Mizuno Katsumi Wasaki

1 はじめに

ソフトウェア工学において、様々なアプローチによるリファクタリングの手法が提案されている [1]. ソフトウェアの品質を高めるうえで、ドメイン駆動設計は近年注目されている開発手法の 1 つである. 優れたドメインモデルを作成することは、非常に価値のあることであるが、容易に作成できるものではない. 現在ではドメインモデル抽出法は多種多様な状況にあり、準形式的な記述も含めてドメイン駆動設計を成功させるためのフレームワーク造りが重要であると考えられる. 本研究では、ドメインモデルのエンティティや値オブジェクト等に対する制約条件記述について着目し、ツール支援も含めた検討を行っている. 具体的な記述例に対して GPT-4o による自動改善を試みた.

2 ドメイン駆動設計とは

ドメイン駆動設計 (Domain-Driven Design, 略称: DDD) は、ソフトウェア開発における設計手法の一つであり、エリックエヴァンス氏によって提唱された. ソフトウェアシステムを「ある領域や業務に関連する情報やプロセス」のことであるビジネスドメインに焦点を当て、そのドメインの情報をモデル化した「ドメインモデル」を育てていく手法のことである [2].

2.1 ドメインモデル

ドメインモデルとは、特定の図のことでなく図が伝えようとしている考え方のことである. ドメインに対しての知識が厳密に構成され、選り抜かれて抽象化されたものである [3]. 制作物としては、図や自然言語のドキュメントを作成する.

2.2 UML を用いた表現例

DDD において、ドメインモデルを抽出する際に、よく使われる UML (Unified Modeling Language) 図がドメインモデル図とユースケース図である. ドメインモデル図はクラス図を簡易的にして、各クラス (エンティティ) に対して吹き出しを付け、その中に制約条件を記述するスタイルが一般的である. UML 図は自由度が高すぎるため、DDD で上位記述した成果を他者とレビューしたり、下流工程での実装の半自動コード生成等にそのまま利用することは、困難が生じる.

3 ドメインモデルの準形式化に対するアプローチ

3.1 PlantUML について

PlantUML (Plant Unified Modeling Language) [4] は、テキストベースの図示言語およびツールで、構造化されたデータやプロセスのモデリングに使用される. PlantUML は UML 図などを生成するために設計されている. DDD において、ドメイン仕様の変更は頻繁に起こりうる. ドメインモデル図やユースケース図等を作成する際に図として管理するとバージョンを管理するのが困難である. PlantUML ではテキストベースで記述していくので、バージョン管理システムでコードと一緒に管理することができる. また、テキストベースであるので準形式化へ取り組みやすいと考え、本ツールを採択した.

3.2 ドメインモデルの制約条件を PlantUML 記述する

図 1 は図書館システムのドメインモデル図を表す PlantUML 記述の例を一部抜粋したものである. 図 1 で記述される JSON 記述の部分が独自の制約条件の記述方法である. ドメインモデルに対する制約は 1 つにまとめることで、ドメインロジックの点在を防ぎ、かつ形式的に表現することができる. constraints と紐づく配列に制約を書き込むように設定した. content には自然文で記述された制約が記述されていることがわかる. また、relation ではこの制約がどのエンティティもしくは値オブジェクトに結びつくかを指定している.

```
{
  "constraints": [
    {
      "id": "01",
      "content": "会員はら冊まで同時に借りられる",
      "relations": ["会員", "蔵書"],
      "meta": ""
    },
    {
      "id": "02",
      "content": "貸出中の蔵書は他の会員に貸し出せない",
      "relations": ["蔵書::状態"],
      "meta": ""
    },
    {
      "id": "03",
      "content": "貸出中の貸し出しがある場合、新たな貸出はできない",
      "relations": ["会員", "貸出情報"],
      "meta": ""
    },
    {
      "id": "04",
      "content": "廃棄された蔵書の情報は1年間保管され、その後完全に消去される",
      "relations": ["廃棄情報"],
      "meta": ""
    },
    {
      "id": "05",
      "content": "会員情報の検索、変更、削除は検索権限を持つ図書館窓口のみが行える",
      "relations": ["会員"],
      "meta": ""
    },
    {
      "id": "06",
      "content": "滞り目を過ぎた場合、滞り金が発生する",
      "relations": ["貸出情報::返却期限", "貸出情報::滞り金"],
      "meta": ""
    }
  ]
}
```

図 1 図書館システムの PlantUML 記述

4 ドメインモデルの準形式化の応用

準形式化を行うことで、1 つのモデルに対して 1 つの JSON 記述の制約条件をドメインモデル図に反映させることができた. ここからの応用として、制約条件の

† 信州大学大学院総合理工学研究科, Graduate School of Science and Technology, Shinshu University

‡ 信州大学工学部電子情報システム工学科, Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Engineering, Shinshu University

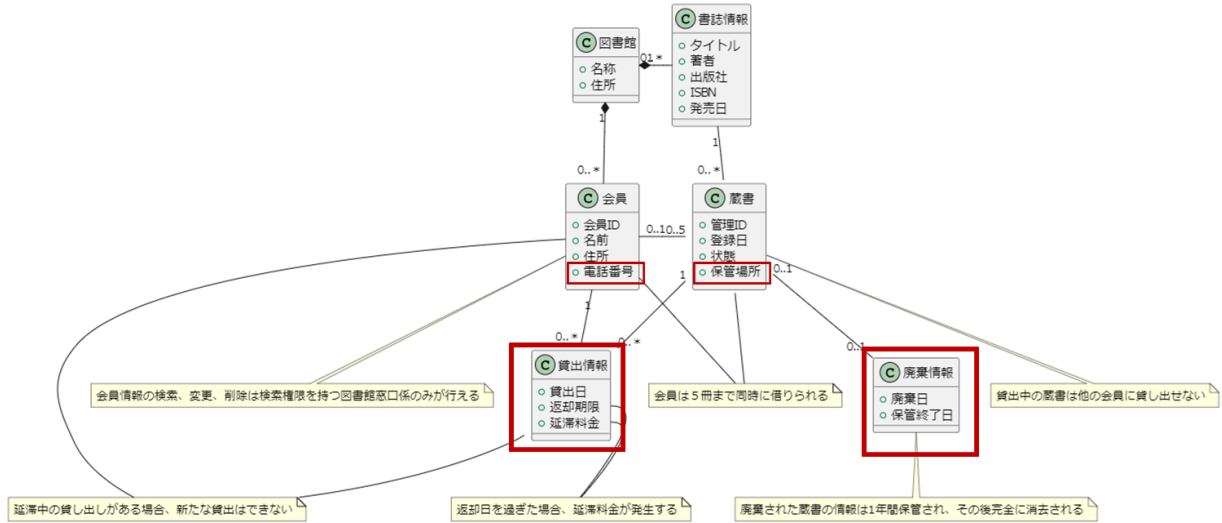


図 2 図書館システムのドメインモデル図 (拡張後)

GPT-4o を用いた自動改善と、ユースケース図を基準としたドメインモデル図の自動拡張を試みている。

4.1 制約条件の自動改善

ChatGPT(GPT-4o) を利用して、ドメインモデルの制約条件の吟味・提案を自動で行えるようにプロンプトエンジニアリングを試行した。DDD ではドメインモデルをさまざまな人とのコミュニケーションを通して育てていくことが重要である。事前学習済の GPT であれば、一般的なビジネスロジックを知っているのではなから、リファインメント時にドメイン知識の抽出の一端を担えるのではないかと考えている。本研究では、ChatGPT の API を使用しプロンプトエンジニアリングをしながら、制約条件の改善を提案してくれるようなシステムを考えている。

4.2 ユースケース図を踏まえたドメインモデル図の拡張

ユースケース図が正しいことを前提にドメインモデル図のクラスや制約を拡張できるのではないかと試みている。実際に、ChatGPT を利用し、ユースケース図 [5](図 4) をもとにドメインモデル図の自動拡張を行った。ユースケース図には事前にそのユースケースに関する制約が記述されている。拡張前のドメインモデル図 [5] が図 3 で、拡張後が図 2 である。図 2 の赤枠で囲まれている部分は、ユースケース図をもとに自動拡張された部分である。ユースケースと制約をもとに、不足しているクラスやプロパティがユースケース図に記載された情報に基づいて追加されているのがわかる。

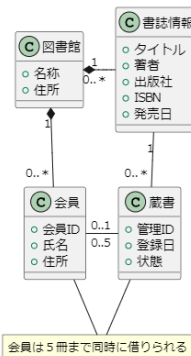


図 3 図書館システムのドメインモデル図 (拡張前)

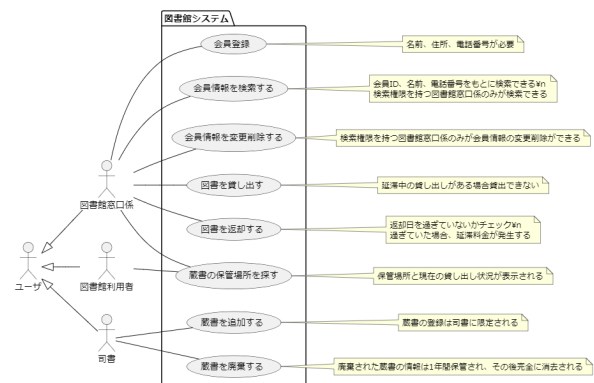


図 4 図書館システムのユースケース図

5 まとめと今後の課題

本研究ではドメインモデルを ChatGPT を利用し、UML 図の記載情報に基づいて別の UML 図をリファインメント可能とする手法について GPT-4o を用いて試行した。今後の課題として、ChatGPT が提案する制約追加の精度を上げることや、自動リファインメントの過程 (改善度) を定量的に評価可能とする検証方法を確立する必要がある。

参考文献

- [1] Misbhauddin, M. and Alshayeb, M., An integrated metamodel-based approach to software model refactoring, *Software and Systems Modeling*, 18, pp.2013-2050, 2019
- [2] 成瀬允宣, ドメイン駆動設計入門, 株式会社翔泳社
- [3] エリック・エヴァンス (著), エリック・エヴァンスのドメイン駆動設計, 株式会社翔泳社
- [4] PlantUML, <https://plantuml.com/ja/>
- [5] 皆川 誠, 誤解しがちなモデリングの技 第 5 回・第 7 回, 豆蔵デジタル, 2020 年 10 月 19 日