

Problem Frame における問題図の作成支援

橋浦研究室

120I149 豊島 進

121I045 岡部 達誠

1 はじめに

コンピュータシステムの分析・モデル化に用いられる Problem Frame [1](以下 PF) では、問題図を用いて問題を記述・説明するが、特に初学者にとって、問題図の作成が大きな困難になる。これは、ドメインの概念の理解不足や、問題図を作成するのに特有の作図方式を理解する必要があることに起因する。本研究は、この課題を解決するため、初学者向けにドメイン特定の手順と条件を提案する。この手法を支援するツールとして、問題文にマークを付けることで作図方式を知らなくても問題図を作成できる MarkPFD を開発した。

2 研究目的

本研究では、初学者が PF を扱う際に直面する、問題図作成におけるマシンドメインとドメインの特定が困難である問題を解決することである。PF の問題図の一例を図 1 に示す。PF におけるマシンドメイン

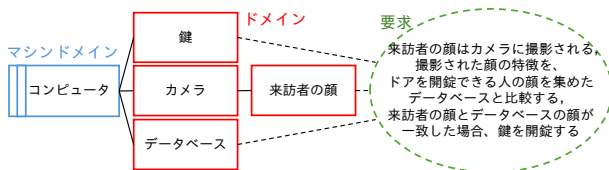


図 1: PF の問題図

とは、ソフトウェアを作成することによりデザインして構築する目的となる領域のことである。ドメインとは、マシンドメインを除いた、特性が与えられた問題領域のことである。適切な問題図が作成できるよう支援することを目的とする。

3 提案手法

本研究では、初学者がドメインを特定しやすいよう、要求文からマシンドメインとドメインを特定するための手順を明確化し、特定したマシンドメインとドメインを要求文からマークすることで、特有の作図方式を知らなくても問題図を作成することができるツールを作成する。ドメイン特定の支援として、マシンドメインとドメインの条件を提示するのに加え、係り受け関係のまとめ（図 2）を実施させる。これは、要求文から

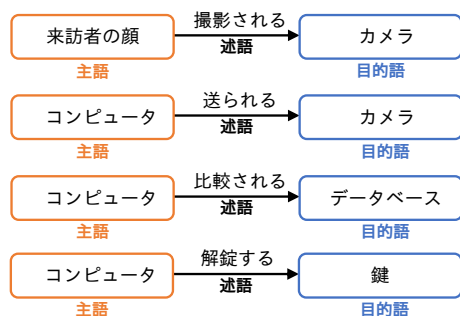


図 2: 係り受け関係のまとめフォーマット

述語を抜き出し、それに係り受け関係にある主語と目的語を探して埋め、さらに一致する部分を合成することで、要求を満たすために必要なドメインを網羅し、接続ドメインとなる部分を予測するものである。この手法に加え、以下の機能を備えたツール MarkPFD を開発した。

1. 問題文を.txt から読み込み、表示する機能
2. 選択された文字列を図の要素として追加する機能
3. ドメインをドラッグ&ドロップで移動させる機能
4. ログ表示機能
5. JSON 形式で問題図を保存する機能

これにより、問題図の作成に必要なマシンドメイン、ドメインの 2 要素を特定する手法の確立と、初学者が問題文をマークするだけで問題図を作成できるようなツールを作成し支援する。係り受け関係のまとめが被験者に有効な影響を与えているかを確認するために以下の RQ を設定した。

RQ: 初学者にとって係り受け関係のまとめは問題図を作成する支援として有効であるか

4 評価と分析

日本工業大学のプログラミング 1 を履修済みの学生 20 人を被験者として、係り受け関係のまとめを行うグループ（以下、実験群）と係り受け関係のまとめを行わないグループ（以下、統制群）に無作為に割り振り、実験を行った。実験前に被験者には、PF の説明を行い、実験群にのみ係り受け関係のまとめの説明、マンホイットニーの U 検定を用いて、正しいドメインの数と作成にかかった時間に有意な差があるか確認する。実験の結果、作成された問題図の正しいドメインの数と、作成にかかった時間を図 3、図 4、図 5、図 6 に示す。

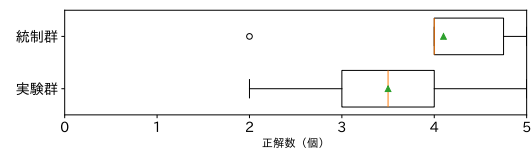


図 3: 問 1 の正しくドメインを特定できた数

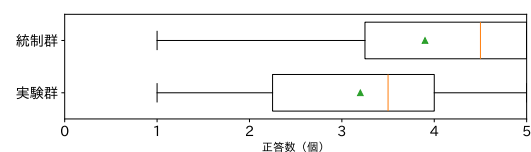


図 4: 問 2 の正しくドメインを特定できた数

実験群と統制群の間で、正しいドメインを特定できた数に有意な差はみられなかった。また、問題図の作成にかかる時間についても 1 問目は有意差あり

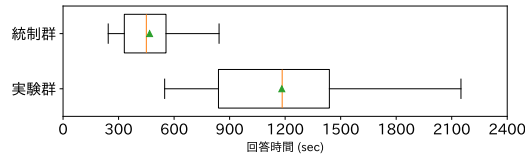


図 5: 問 1 の作成にかかった時間

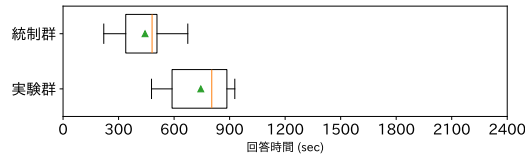


図 6: 問 2 の作成にかかった時間

($\alpha=0.05$, $p=0.0007685$), 2 問目は有意差あり ($\alpha=0.05$, $p=0.002202$) であったものの, 図 5, 図 6 の通り, 実験群が統制群より多く時間がかかっていたため, 著者らが期待した効果は確認できなかった. そのため, 実験結果の中でその他に提案手法の効果が現れているか, さらに分析を行った. さらに分析の中で, 正解数と経過時間の推移を調べた結果, 統制群のグラフに正解数の減少が多い事に気付いた (図 7, 図 8). そ

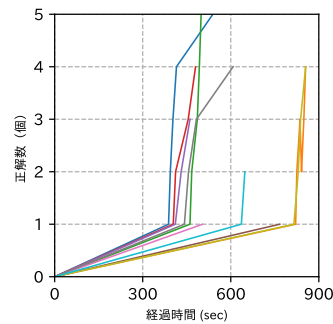


図 7: 実験群の正解数と経過時間の推移

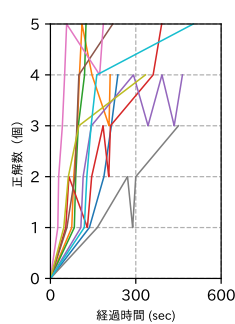


図 8: 統制群の正解数と経過時間の推移

のため, 削除されたドメインの性質ごとに, 係り受け関係のまとめが正解数の減少を少なくする効果があるかを, 統制群と実験群間で差があるか比較した (図 9, 図 10). その結果, 接続ドメインに関するドメインは有意差があり ($\alpha=0.05$, $p=0.03443$), その他のドメインは有意差がなかった ($\alpha=0.05$, $p=0.07331$). このことから, 接続ドメインに関するドメインの作成において, 手戻りを減らす効果があることが分かった. これは, 接続のある部分に対し, マシンドメイン, 接続ドメインとドメイン間の関係をあらかじめ考え, 整理しておくことで, 手戻りなくスムーズに作成できていたと考えられる.

5 関連研究

Foss ら [2] は, 学生が UML モデリングを習得するのを支援する AutoER を開発し, モデルの自動評価, 新しい問題の自動生成, 学生がモデリングを行うための機能を実装した. 自然言語から抜き出すことでモデリングを行うため, 基本的なモデリングの制約を理解していない学生でも, 学習することができる. 本研究とは, モデル作成上の制約を理解していなくてもモデ

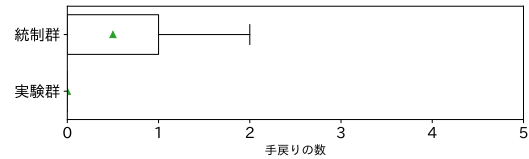


図 9: 接続ドメインに関する手戻り数

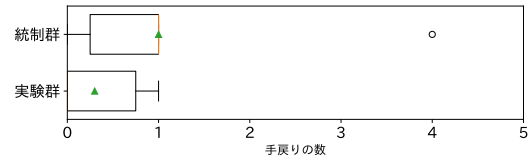


図 10: 接続ドメインに関係しない手戻り数

ルを作成できる点が類似しているが, 扱っているモデルが UML である点, モデル作成前の分析アプローチを提供することはしていない点で異なる.

Wei ら [3] は, 複雑な UML モデルの要素は学生がモデルの欠陥に気づくことを困難にすることを示した. オブジェクトのクラス間に関連が存在するかを推論ルールとして提示し, それに従って新しい要件を生成すると, UML に自動的に適用され, その手掛かりが表示されるようになることで, 学生が不足している要件を理解できるように促している. 本研究とは, モデル作成前の分析アプローチを提供している点, モデル作成上の制約を理解していなくてもモデルを作成できる点が類似しているが, 扱っているモデルが UML である点が異なる.

6 まとめ

本研究では, 初学者が PF における問題図を作成する際の困難さを軽減するため, ドメインを特定するための係り受け関係のまとめと, 問題文にマークを付けることで図を作成するツールを提案し, 支援ツール MarkPFD を開発した. 係り受け関係のまとめが, 正しくドメインを特定する効果や, 作図時間の短縮効果をもたらすことは確認できなかったが, 接続ドメインに関するドメインの作成時に, 手戻りを減らす効果があることがわかった. 今後の課題としては, 実験で用いた問題のサイズが小さかったため, より多くの接続ドメインを持つ複雑な問題に対して, 本手法が有効であることを確かめること, ツール内の接続ドメイン作成操作の制限や, 被験者に対する PF の説明を改善していくことが挙げられる.

参考文献

- [1] Michael Jackson, 榊原彰, プロブレムフレーム: ソフトウェア開発問題の分析と構造化, 翔泳社, 2006.
- [2] Ramon Lawrence Sarah Foss, Tatiana Urazova, "Learning uml database design and modeling with autoer," Proceedings of the 25th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems (MODELS'22) (online), p.42-45, 2022. (DOI:10.1145/3550356.3559091)
- [3] Andre Rusli and Osamu Shigo, "An integrated tool to support early-phase requirements analysis," 2017 4th International Conference on New Media Studies (CONMEDIA) (online), pp.25-31, 2017. (DOI:10.1109/CONMEDIA.2017.8266026)