

メタマッチングを実現するための ソフトウェアアーキテクチャの提案

2017SE096 有働啓佑

指導教員：沢田篤史

1 はじめに

近年、マッチングサービスの普及に伴い高精度なマッチングが期待されている。男女の出会いを手助けするアプリケーションや、就職・求職活動などでもマッチングは幅広く用いられている。

マッチングではユーザ数の増加や扱う情報の種類に応じて、マッチングの処理にかかる時間が急激に増加する場合がある。これを解決する手法として様々な近似アルゴリズム [1] が提案されている。近似アルゴリズムを用いることで処理時間の増加は抑えられるが、精度は落ちてしまう。

本研究の目的は、ユーザ数の変動に応じてマッチングアルゴリズムの切り替えを行うアルゴリズムとそれを実現するためのソフトウェアアーキテクチャの設計である。

本研究では、マッチングに参加するユーザ数に基づいて、常に高精度なマッチングを提供するためにマッチングアルゴリズムを切り替えるメタマッチングアルゴリズムとしての切り替え基準を提案する。メタマッチングを実現するためのアーキテクチャの設計には自己適応のアーキテクチャパターンである PBR パターン [2] を用いる。

提案したアーキテクチャに基づいてプロトタイプを作成し、アルゴリズムの切り替えが可能である事を確認した。

2 マッチングに関する技術背景

2.1 安定マッチング問題

安定マッチング問題とは、1962年に Gale らによって提案された問題である [3]。男女のマッチングを例にすると、この問題は同数の男女、および個人の選好リストからなる。個人の好みに基づいて異性を並べた選好リストに基づいて異性とマッチングする。互いに現在組んでいる相手よりも好意を抱き合っているペアをブロッキングペアと呼び、このペアに含まれる男女は現在のペアと別れたほうがお互いに得をすることになる。ブロッキングペアが存在しないマッチングは安定であり、とくに安定マッチングと言う。

2.2 マッチングアルゴリズム

安定マッチングを見つける代表的なアルゴリズムとして、Gale らにより提案された GS アルゴリズムがある [3]。GS アルゴリズムでは、男女はフリーと婚約中のいずれかの状態を取る。まず、フリーの男性が自分の選好リストの中で 1 位の女性にプロポーズをする。女性が現在フリーならば、プロポーズを受け入れ両者は婚約中になる。女性が婚約中であれば、現在の相手とプロポーズしてきた男性とを比べ、より選好リスト上位の男性と婚約する。これを

フリーの男性がいなくなるまで続け、最終的に婚約ペアを出力する。以上が GS アルゴリズムである。ただし GS アルゴリズムはプロポーズする側にとって最良、受ける側にとっては最悪の結果になる [1]。この状況を改善するため、マッチしたくない相手をリストから除去した不完全リストを GS アルゴリズムに適用することもできる。

高速な処理を行えるものとして前回照合時の結果である条件のデータ構造内での記憶位置と、変化した属性の前回値と現在値から照合処理を行う差分探索方式 [4] がある。

2.3 マッチングアルゴリズムの切り替えを可能とする関連研究

遠山らは位置情報から算出される動的な情報をリアルタイムに処理してユーザ数を判定し、ユーザ数に応じて最適なマッチング方式を切り替えるアーキテクチャ [5] を設計している。ユーザ数や扱う情報数が増加すると急激にマッチングの処理速度が低下する問題を、ユーザ数に応じて適切なマッチングアルゴリズムを切り替えることによって解決している。このアーキテクチャは、江坂らによって提案されている PBR パターン [2] を用いて設計を行っている。

3 メタマッチングアルゴリズムとそれを実現するためのソフトウェアアーキテクチャの設計

3.1 メタマッチングアルゴリズムの提案

処理速度を保ちながらできる限り高精度なマッチングを提供するために、差分探索方式と GS アルゴリズム、不完全リストの 3 つのアルゴリズムをマッチングに参加するユーザ数に応じて切り替える方式を提案する。

各アルゴリズムを切り替える基準は一般的に入手可能な PC を用いたマッチングができるように設定する。一般的な性能を持つ PC で、処理に 1 秒以上時間がかからないことを目標に表 1 に示す通り切り替え基準を設定した。

表 1 各アルゴリズムでの計算可能量

ユーザ数	GS アルゴリズム	不完全リスト
	$O(n \log n)$	$O(n^2)$
10^4	9.2×10^4	10^8
10^5	1.2×10^6	-
10^6	1.3×10^7	-
10^7	1.6×10^8	-
10^8	-	-

すなわち、ユーザ数が 10^4 人未満の時は不完全リストを用いる。ユーザ数が増加し、 10^4 人を超えた場合、GS ア

ルゴリズムに切り替える。さらにユーザ数が増加し、 10^7 人を超えた場合は差分探索方式に切り替え、処理を行う。マッチングアルゴリズム切り替えの分類木を、図 1 に示す。

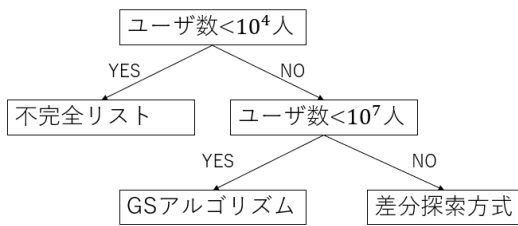


図 1 マッチングアルゴリズム切り替えの分類木

3.2 アーキテクチャの提案

本研究のアーキテクチャの設計では、自己適応のためのアーキテクチャパターンである PBR パターン [2] を用いる。本研究で設計したアーキテクチャを図 2 に示す。

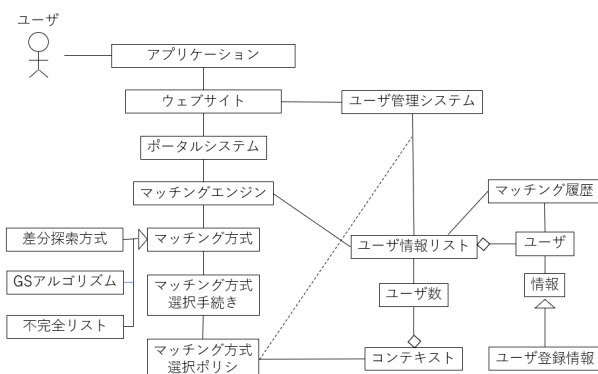


図 2 システム全体の詳細設計

マッチング方式の切り替えを行う際に、切り替えの条件式が複雑になってしまう問題があるが、コンテキストに応じた振る舞いを分離して記述できる PBR パターンを用いることで、この問題を解決できる。また、今後のマッチングシステム開発においても、切り替え基準や採用するマッチングアルゴリズムの変更を行うだけで済む。本研究ではユーザ数をコンテキストとして定義した。

4 提案アーキテクチャに基づくプロトタイプの実現

提案したアーキテクチャに基づいて、機能を限定したプロトタイプを作成した。プログラミング言語は、PBR パターンのオブジェクト指向との親和性を考慮して Java を用いた。プロトタイプの作成においては、ユーザ数を取得したとみなして入力を行った。

本研究で作成したプロトタイプでは、コンテキストとしてのユーザ数が変動した場合に、実際にマッチング方式が変更されることが確認できた。本研究で提案したアーキテクチャに基づいてアプリケーション開発を行えば、マッチング方式を切り替えることが可能となった。

5 考察

提案したアーキテクチャに基づいて、PBR パターンを用いてプログラムを作成した。コンテキストに応じた振る舞いを分離して Policy に記述することによって、切り替えの条件式が複雑になってしまう問題を解決した。また、今後のアプリケーション開発においても、少しの機能変更のみで振舞いを変更できるようになった。

遠山らの研究 [5] を安定性の観点から比較する。遠山らの研究では、位置情報から得たユーザ数に基づいて二つのマッチングアルゴリズムの切り替えを行っている。本研究では、三つのマッチングアルゴリズムを用いることで、より高精度なマッチングの提供が可能となった。さらに、切り替えの基準値についても検討を行った。

6 おわりに

マッチングでは、ユーザ数の増加や扱う情報の種類によっては処理に多大な時間がかかることがある。本研究では、メタマッチングアルゴリズムの提案とそれを実現するためのソフトウェアアーキテクチャの設計を行った。

アーキテクチャの設計には PBR パターンを用いた。マッチングに参加するユーザ数をコンテキストとして、Policy に記述した切り替え基準に基づいてマッチング方式の構成を変更する。これによって、ユーザ数の増加による処理時間の急増を防ぎ、最適なマッチングを提供できる。

実際にプロトタイプを作成してアーキテクチャの妥当性を検証し、切り替え基準についても考察を行った。本研究で提案したアーキテクチャに基づいて開発を行うことで、同様のマッチングアプリケーションの作成が可能となった。今後の課題として、よりリアルタイム性に着目し、規定値ではなく実際の処理時間によってマッチングアルゴリズムを切り替える機能の追加をすることが挙げられる。

参考文献

- [1] 宮崎修一, 安定マッチングの数理とアルゴリズムトラブルのない配属を求めて, 現代数学社, 2018.
- [2] 江坂篤侍, 野呂昌満, 沢田篤史, “インタラクティブシステムのための共通アーキテクチャの設計”, コンピュータソフトウェア, Vol. 35, No. 4, pp. 3-15, 2018.
- [3] D. Gale, L. S. Shapley, “College admissions and the stability of marriage”, *Amer. Math. Monthly*, Vol. 69, No. 1, pp. 9-15, 1962.
- [4] 山崎健太郎, 小林佑嗣, 喜田弘司, “他属性データの照合を短時間で実現する差分探索方式の提案と評価”, 情報処理学会第 76 回全国大会講演論文集, Vol. 2014, No. 1, pp. 75-76, 2014.
- [5] 遠山翔太郎, 小田裕太郎, “位置情報をコンテキストとしたマッチングシステムのアーキテクチャに関する研究—催事会場における利用者マッチングを題材として—”, 南山大学 2018 年度卒業論文要旨集, 2019.