

Bag-of-Features に基づく画像検索システムに関する研究

～適合フィードバック機能の実現と評価～

担当者：竹内 章悟

指導教員：長田 茂美 教授

1. まえがき

スマートフォンや SNS などの普及に伴い、インターネット・ユーザが急速に拡大し、インターネット上には膨大なマルチメディア情報が創出、蓄積されており、ユーザが欲する情報を容易に入手することが困難な状況となっている。本研究では、マルチメディア情報の中でも、画像情報に着目し、ユーザが欲する画像情報を容易に入手できる類似画像検索システムの実現、特に、適合フィードバック機能の導入によるシステム性能の向上を目指す。

2. システム概要

本システムは、画像の Bag-of-Features 表現に基づいた類似画像検索機能と SVM(Support Vector Machine)^[1]ベースの適合フィードバック機能とから構成される。適合フィードバックは、対話的に検索性能を向上させていく枠組みであり、検索結果に対するユーザからの適合・不適合の評価結果から、検索キー画像との類似基準を修正していき、検索性能を向上させることができる。SVM は、学習データにより決定される最適分離平面を用い、データ集合全体を二分割することができる。図 1 に、本システムの処理の流れを示す。1 枚のキー画像を与えられた場合を例にとり、以下に処理手順を示す。

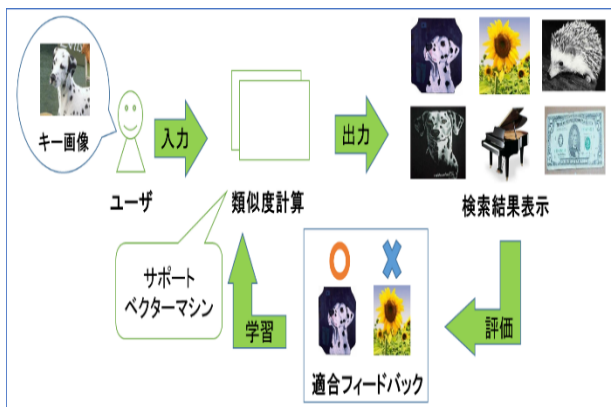


図 1 本システムの処理の流れ

step.1: キー画像から ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF) 特徴点、特徴量を抽出する。抽出した ORB 特徴量を k-means 法によりクラスタリングして得た k 個の Visual Words の出現頻度からヒストグラムを作成する。作成されたヒストグラムを基に、類似度を算出し、高い順から検索結果として表示する。

step.2: 表示された検索結果から、ユーザは適合・非適合の判断を行う。

step.3: ユーザが適合・非適合と判断した画像のヒストグラムを学習データとして扱い、SVM に学習させ、ユーザが判断した画像を適合・非適合に二分割にする最適分離平面を作成する。

step.4: 決定された最適分離平面に全ての検索対象画像のヒストグラムを与え、検索対象画像全体を適合・非適合に二分割する最適分離平面を決定する。適合領域に存在し分離超平面より遠い画像を順に検索結果として表示する。ユーザが検索結果に満足しなければ、step.2 に戻る。

3. システムの評価

適合フィードバックにおける問題点として、評価を繰り返

返さないと、検索性能の向上が認められないという点がある。そこで、ユーザに本システムを利用してもらい、800 枚の画像の中から、何回目の評価で目的の画像(検索対象画像)を発見できるかについて実験した。使用する画像は、Caltech101 のデータセットから用意した。検索対象画像は 800 枚の画像の中からランダムに 1 枚選び、検索の初期状態は、800 枚の画像の中からランダムに選ばれた 20 枚の画像が提示される。その中から、ユーザが検索対象画像と似ていると感じた画像を 1 枚キー画像として選択してもらう。検索対象画像が検索結果の上位 1 位に表示された時点で終了とする。検索対象画像と検索の初期状態に提示する 20 枚の画像を 1 セットとして扱い、それぞれ画像を変更したものを 10 セット分用意した。表 1 に、上記の実験を 5 人のユーザに行ってもらった結果を示す

表 1 ユーザごとのフィードバック回数と平均回数

	1セット	2セット	3セット	4セット	5セット	6セット	7セット	8セット	9セット	10セット
ユーザ1	15	7	27	13	17	26	12	15	13	13
ユーザ2	15	14	16	11	31	13	9	12	24	15
ユーザ3	14	29	21	25	19	17	11	17	18	11
ユーザ4	9	17	23	15	18	14	19	23	14	21
ユーザ5	17	33	8	17	28	23	14	15	17	12
平均	14	20	19	16.2	22.6	18.6	13	16.4	17.2	14.4

実験では、平均約 17 回評価を繰り返せば、検索対象画像を発見できたが、ユーザによっては、なかなか検索対象画像を発見できない場合があった。原因を分析した結果、何度も評価を繰り返すと、検索対象画像に類似しているが、互いに色や形が少しずつ異なる画像も SVM が学習してくる。そこで、過去に学習させたデータもユーザが再度評価をすることで評価回数を減らせるのではないかと考えた。表 2 に、上記のことを踏まえて再度実験を行ってもらった結果を示す。

表 2 ユーザごとのフィードバック回数と平均回数

	1セット	2セット	3セット	4セット	5セット	6セット	7セット	8セット	9セット	10セット
ユーザ1	10	4	15	6	7	11	7	12	4	9
ユーザ2	13	9	12	15	13	7	12	8	7	10
ユーザ3	9	12	11	13	8	15	11	10	9	12
ユーザ4	10	11	16	12	6	9	14	9	6	12
ユーザ5	11	16	8	7	14	4	9	4	17	8
平均	10.6	10.4	12.4	10.6	9.6	9.2	10.6	8.6	8.6	10.2

表 2 から、平均約 10 回評価すれば検索対象画像を発見することができ、表 1 と比較しても全体的に少ないフィードバック回数で検索対象画像を発見できることがわかった。

4. むすび

本研究では、Bag-of-Features 表現に基づく類似画像検索機能と SVM ベースの適合フィードバック機能から構成される類似画像検索システムを開発し、評価実験により、その有効性を確認した。今後の課題として、ユーザによる適合フィードバックの与え方や、多様な画像を用いたさらなる評価・改良、検索速度の向上などが挙げられる。

参考文献

- [1] 小野田 崇, “サポートベクターマシン(知の科学)”, 株式会社オーム社, 2007.

