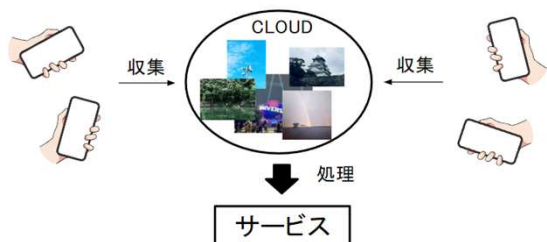


Mobile Crowd Photographing の類似度に基づくキャッシュ置換

1. 研究背景

近年、スマートフォンの発展と Twitter や Facebook などの SNS (Social Network Service) の普及に伴い、スマホからアップされた写真を様々なサービスに活用する MCP (Mobile Crowd Photographing) の利用が広がっている。例えば災害発生時に、建造物などの障害状況を人々がスマホで撮影してネットワーク上にアップするなどの活用が考えられる。



MCP においては、ネットワーク上に数千万枚以上の画像がアップされ、似たような画像も多いため画像の冗長性が高い。一方、ユーザの要求する画像に厳密に一致する画像を配信する必要性は低いため、いかにして所望の画像に近い画像を配信できるかが重要である。

画像の配信には CDN やエッジキャッシュなど、キャッシュ配信が用いられる機会が多い。キャッシュ内に要求する画像に近い画像が存在すれば、直接キャッシュ内の画像を活用することで、ネットワーク上の遠くから取得する必要がなく、画像の取得に要する時間を短縮できるしかしキャッシュの容量は有限であるため、容量を超過するとき、キャッシュに残す画像を選択するキャッシュ置換法が必要である。

代表的なキャッシュ置換法は LRU (Least Recently Used) と FIFO (First In First Out) などである。そこで本稿では、キャッシュ内に存在する他の画像との類似度が最大の画像から優先的に削除するキャッシュ置換法を提案する。

キャッシュ内における画像の類似度に基づいて画像データをグループ分けすることで、類似度計算に要する時間を低減し、また人気度も考慮することでキャッシュヒット率の向上も目指す。そして LRU と FIFO と性能を比較し、提案方式の有効性を示す。

2. 研究の目的

- ユーザに低遅延で配信
- ユーザのニーズをできるだけ満たしたい
- キャッシュ内に存在する画像の中で、要求画像との類似度が最大の画像を配信 (Soft Cache Hit)
- **提案キャッシュ置換法**: 他のキャッシュ画像との類似度が高い (冗長性が高い) 画像をキャッシュから優先的に削除
 - 類似度計算に要する時間を抑制
 - 配信画像と要求画像との差異(ソフトキャッシュヒット距離)を向上
 - 画像の冗長性に加え、人気度も考慮

3. 提案方式の処理

- 画像の類似性を高速に判定するため、**SIFT** (scale-invariant feature transform) アルゴリズムで画像の特徴点を抽出
 - ⇒ 画像データを全体的に利用する必要性なし
- 特徴点を、Bloom Filter でベクトルに変換
 - ⇒ 特徴点数が異なる多様な画像を統一的に処理可能
- E2LSH (exact euclidean locality sensitive hashing) アルゴリズムで類似度に基づき画像を複数のグループに分類
 - ⇒ 画像の類似度判定に要する時間を短縮
- キャッシュ内の画像を、**冗長性と人気度の両方を考慮した総コスト**によりキャッシュ置換
- 距離に関するコスト (C_d): 類似性が高い画像を削除
 m 個の画像中、 k 番目に冗長な画像データ: $C_d = \frac{m-k}{m-1}$
- 人気度に関するコスト (C_p): m 個の画像中、 j 番目に人気の画像データ: $C_p = \frac{j-1}{m-1}$
- キャッシュ内の **画像の総コスト** によってキャッシュ置換
 - $C_{total} = C_p * \omega + C_d * (1 - \omega)$
※ ω は人気度の重み ($0 \leq \omega \leq 1$)
 - C_{total} が最大の画像を削除

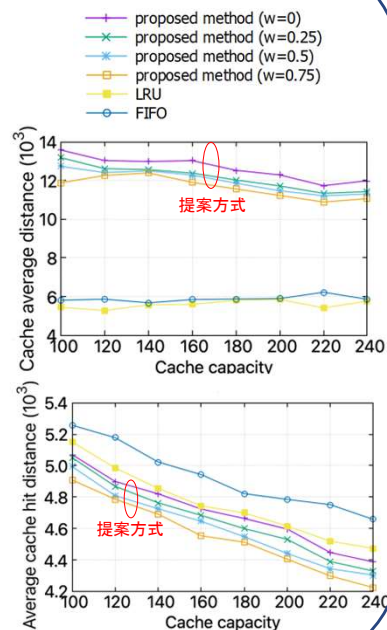
4. 置換効果

- **キャッシュ平均距離**:
キャッシュ中の画像から
キャッシュの中心点までの
距離の平均値

- 高いほうがキャッシュ
中の冗長性が低い

- **キャッシュ平均ヒット距離**:
送る画像と要求画像の距離の平均値

- 低いほうがユーザの
ニーズを満たす可能性
が高い



5. 今後の予定

- 違う類似度を判別する方法を検討
- 他のグループにする方法を検討