

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 31 日現在

機関番号： 32644
 研究種目： 基盤研究(C)
 研究期間： 2010 年度 ～ 2012 年度
 課題番号： 22500097
 研究課題名（和文）
 プログラム可能なガジェットでの物体形状検索プログラムの研究と開発
 研究課題名（英文）
 A study of shape retrieval on programmable gadget and its implementation
 研究代表者
 大西建輔 (ONISHI KENSUKE)
 東海大学・理学部・講師
 研究者番号： 00303024

研究成果の概要（和文）：

本研究では、Android 携帯電話や iPhone などのプログラム可能なガジェット上で動作する物体形状検索プログラムのための基礎的な研究及びガジェット上での実装を目指した。また、サーバ上で必須となる索引構造についても研究をおこなった。

前者に関する研究として、与えられた凸多角形を含む面積が最小となる多角形で、頂点数が段々と減っていく多角形の列を構成するアルゴリズムの提案をおこなった。また、同様の研究を単純多角形が与えられた場合にもおこなった。次に、このアルゴリズムを画像から抽出した輪郭線に適応し、形状検索に関する実験をおこなう予定であったが、今後の課題となってしまった。

後者に関する研究として、任意の L_p 距離で検索が可能な索引構造についての研究をおこない、論文として発表した。ここでは、GNAT と呼ばれる索引構造を元に索引構造が構築できること、検索可能な距離は増えているが、実際の検索での距離計算の回数は、高々 5 倍程度に収まることが計算機実験からわかった。また、この索引構造の構築の際に必要な点集合の分割についても、幾つかの手法を実装し、検索結果にどう影響するか考察をおこなった。

研究成果の概要（英文）：

In our research, we study fundamental concept for shape retrieval on programmable gadget, like an Android cell phone, iPhone and iPad, and implement the concept on programmable gadget. Moreover, we also investigate index structure which needs for the server of the shape retrieval.

The former is as follows. We propose a method for computing a sequence of polygons with minimum area for given convex polygon. We also study a method for simple polygon. We plan computational experiments which is shape retrieval using the sequence of polygons adapting extracted contour from image. The experiments are actual done.

The latter is as follows. We propose an index structure mm-GNAT based on GNAT for arbitrary L_p norm. The mm-GNAT has properties: (1) retrieval by L_p norm can be executed using mm-GNAT; (2) the number of distance calculation on search using mm-GNAT is at most 5 times of that using original GNAT; (3) we implement some methods for subdivision of data set and compare the number of distance calculations for each method.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2011 年度	900,000	270,000	1,170,000
2012 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			

総計	3,300,000	990,000	4,290,000
----	-----------	---------	-----------

研究分野： 情報学

科研費の分科・細目： 情報学・メディア情報学・データベース

キーワード： 単純多角形、形状検索、Android、iPhone

1. 研究開始当初の背景

ユビキタスな環境が整い、個人のデータだけでなく、様々な計測機器のデータがインターネット上を通じて集められる。そのため、これらデータの総量は膨大なものとなっている。これらのデータをサーバで保持するための技術として、HadoopなどのNoSQLが発展している。

これらのサーバ上で膨大なデータの処理をおこなうには、サーバを強化するか、サーバでの処理を別な機器で処理する必要がある。

本研究では、サーバでの処理の一部を、Android携帯電話やiPhoneのようなプログラム可能なガジェット(以下、ガジェットと呼ぶ)上で処理することで、サーバの負荷を減らし、処理されたデータだけをインターネットに送付することで、データの流量を少しでも減らすことを考えた。

2. 研究の目的

本研究では、対象とするサーバでの処理として、形状による画像検索を扱う。

次のことを目的として、研究をおこなう。

- (1) 動画像から領域を抽出する手法の検討
- (2) 分割された領域から、多角形列を計算する手法の検討
- (3) データベースでの検索に用いる特徴量の考察、及び実装

ここで問題となるのは、ガジェットが低処理能力であり、かつメモリが少ないことである。既存の手法は、サーバやパソコン上での動作を前提としているため、適用が可能かは分からない。そこで、本研究では、メモリが少なくても、ある程度高速に動作するアルゴリズムの提案を目指す。可能であれば、アルゴリズムの動作に一定のメモリしか必要としない一定領域アルゴリズムを提案する。

3. 研究の方法

段階ごとに、研究をおこなう。

- (1) 任意の領域を近似するためのアルゴリズムの設計、及びその実装
- (2) 形状検索に用いる特徴量の検討、及びその特徴量と既存特徴量を用いたサーバ上での計算機実験
- (3) ガジェット上での特徴量の検討と、計算機実験での、特徴量の性能評価

まず、最初の段階では、任意の領域を近似するためのアルゴリズムの設計とその実装をおこなう。これまで、凸多角形に対する近似については、提案をおこなっている。この研究をもとに、単純多角形に対する近似アルゴリズムを検討する。本研究では、近似として、元の多角形を包含する多角形の列と、元の多角形に含まれる多角形の列を出力し、そのペアを多角形の特徴として、利用する。

次の段階では、上記で提案する特徴量と既存のSIFT特徴量などを実装し、その性能比較を計算機上でおこなう。その上で、提案する特徴量がガジェット上で利用可能かどうかについて、検討をおこなう。

最後に、提案特徴量をガジェット上で実装し、利用可能であるかの最終的な検討をおこなう。可能であれば、特徴量を組み込んだアプリを公開し、本研究の結果の一つとする。

4. 研究成果

雑誌論文③では、サーバで大規模データを扱う際には、必須となる索引構造についての研究をおこなった。本論文で提案した索引構造mm-GNATは、任意の L_p 距離での ϵ 近傍検索が可能で索引である。mm-GNATは、GNAT(Geometric Neighbor Access Tree, 幾何的近傍探索木)を元に構成されており、検索半径を変換することなく、 ϵ 近傍検索の可能な索引構造となっている。mm-GNATの理論的評価をおこなった。また、mm-GNATの実装をおこない、理論的評価とある程度一致することをしめした。

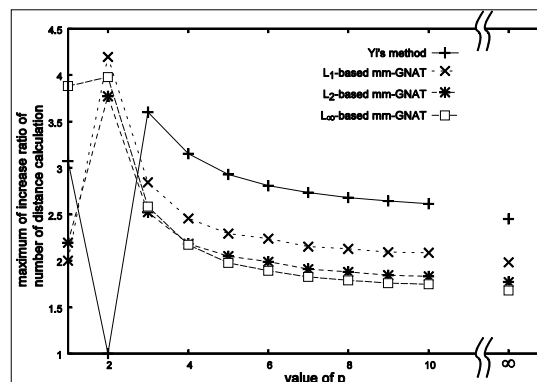


図 1 mm-GNAT、従来手法と GNAT の距離計算回数の比

図1は、4次元データに対し、 ϵ 近傍検索をおこなった際の mm-GNAT、従来手法(Y_i らの手法)と GNAT の距離計算回数の比を描画したものである。図1から、mm-GNAT がユークリッド距離の場合を除き、従来手法よりも距離計算回数が小さくなることがわかる。

雑誌論文②では、単純多角形に対する包含多角形列の計算手法とその理論的解析について示した。

本論文では、 n 頂点の単純多角形 P が与えられたときに、 P を含む単純多角形で、頂点数が減っていく多角形の列が $O(n_s^2)$ 時間、 $O(n)$ 領域で計算できることを示した。ただし、 n_s は、 P と P の頂点からできる凸包の間でできる領域の最大頂点数である。

雑誌論文①では、雑誌論文③で課題としてあった索引構成を構成する際に必要となる分割点集合の作成についての研究をおこなった。

本研究では、既存の GNAT 法、D-index 法、SSS 法、ランダム法と提案手法である立体格子配置法、面心立方格子配置法を実装し、分割点集合を作成した。この分割点集合を元に3つの次元の違う人工データと1つの実データに対し、mm-GNAT を構築し、 ϵ 近傍検索をおこない、距離計算回数の比較をおこなった。

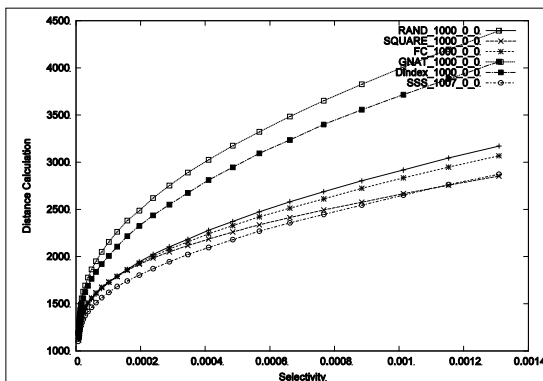


図2 提案手法と GNAT 法、D-index 法、SSS 法、ランダム法の距離計算回数の比較

図2は、4次元人工データに対して、提案手法を含む6種類の手法で分割点集合を作成した。これらの分割点集合を元に構成した mm-GNAT において、 ϵ 近傍検索をおこなった場合の距離計算回数の比較である。図2より、格子配置法と SSS 法がよい性能を示したことがわかった。また、8次元データでは、GNAT 法と D-index 法が他の手法より、よい性能を示した。16次元データでは、どの手法を用いても、ほぼ全件検索となってしまう、検索の高速化とはならなかった。実データの場合は、20次元のデータであったが、ランダム法が最

もよい性能を示した。

次に、まだ雑誌論文とはなっていないが、学会での発表をおこなった学会発表①について説明する。

本論文では、雑誌論文①を元に、2つの手法、ナイーブ法とポケット法を提案した。その上で、ポケット法について、理論的な解析をおこなった。また、実際にこれらの手法を実装し、その性能を調べた。その性能は、理論的な解析に沿ったものとなっている。

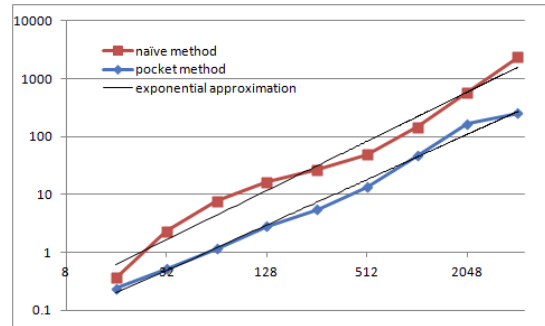


図3 ナイーブ法とポケット法の計算時間

図3は、正方形領域での実際の計算時間である。この実際の計算時間は、平均255ミリ秒、最大594ミリ秒(頂点数4096以下)となったため、ガジェットでも実際に使える手法だと考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

- ① 謝評芳, 大西建輔, mm-GNAT における分割点集合の選択手法に関する研究, 数理解析研究所講究録, Vol. 1799, 査読無, 2012, 171-178.
- ② Kensuke Onishi, Mamoru Hoshi, Computing a Sequence of Circumscribing Polygons for Simple Polygon, Proc. of The China-Japan Joint Conference on Computational Geometry, Graphs and Applications (CGGA 2010), 査読有, 2010, 94 - 95.
- ③ Kensuke Onishi, Michihiro Kobayakawa, Mamoru Hoshi, mm-GNAT: Index Structure for Arbitrary L_p Norm, IPSJ Transactions on Database, 査読有, Vol.3, No3, 2010, 88 - 98.

〔学会発表〕(計3件)

- ① 大西建輔, 星守, 包含多角形列の計算手法とその実験的解析, 信学技報, vol. 112, no. 93, COMP2012-23, pp. 87-93, 2012年6月21日, 北海道大学.

- ② 謝評芳, 大西建輔, mm-GNAT における分割点集合の選択手法に関する研究, 2011年度冬のLAシンポジウム, 2012年1月31日, 京都大学数理解析研究所.
- ③ 大西建輔, 星 守, 単純多角形に対する包含多角形列の構成法, 情報処理学会アルゴリズム研究会研究報告, 2010年9月22日, 函館工業専門高等学校.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大西建輔 (ONISHI KENSUKE)
東海大学・理学部・講師
研究者番号: 00303024

(2) 研究分担者

小早川倫広 (KOBAYAKAWA MICHHIRO)
東京都立産業技術専門学校・ものづくり
工学科・准教授
研究者番号: 00334582

(3) 連携研究者

()

研究者番号: