

機関番号：15401
 研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20560357
 研究課題名(和文) マセマティカル・モルフォロジを基盤とする、知的情報メディアシステムの創出
 研究課題名(英文) Creation of smart info-media system based on mathematical morphology

研究代表者
 浅野 晃 (ASANO AKIRA)
 広島大学・大学院工学研究院・教授
 研究者番号：60243987

研究成果の概要(和文)：

本研究では、マセマティカル・モルフォロジによる知的情報メディアシステム創出のための基盤構築への各種アプローチとして、1) 人間のテクスチャ認知の分析手法 2) テクスチャの基本構造要素の抽出法 3) モルフォロジ多重解像度解析を用いた脳波信号解析法 4) 形式概念分析にもとづく束構造可視化システムとデータマイニング手法、法律体系の可視化への応用手法 5) 量子論理のモルフォロジによる解析手法 を開発した。

研究成果の概要(英文)：

This project developed the followings as approaches to the construction of the fundamentals of smart info-media systems based on mathematical morphology: 1) analyzing methods of human texture recognition, 2) extracting methods of primitive structuring elements in textures, 3) analyzing method of brain signals using morphological multiresolution analysis, 4) lattice structure visualization system and data mining methods based on formal concept analysis, and the application to the visualization of law networks, and 5) analyzing methods of quantum logics using mathematical morphology.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：画像工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学

キーワード：信号処理，マセマティカル・モルフォロジ，感性工学，画像フィルタ，計算知能，形式概念分析

1. 研究開始当初の背景

マセマティカル・モルフォロジ(以下モルフォロジ)は、鉱物の分類を画像認識技術で行なう手法として開発されたものである。モルフォロジの基盤は、「画像は何らかの構造による記述が可能である」という信念にある。ここでいう「構造」とは、実体としてある画

像などの情報が生成される仕組みを表わす。

一方、知的情報メディアシステム、あるいはスマートインフォメディアシステム(SIS)とは、人の眼からみて「スマート」つまり賢く見える情報メディアシステムである。すなわち、画像・音声などのメディア情報を単に機械的・物理的に処理するだけでなく、その

情報のもつ意味を理解しているかのようにふるまう適応的なシステムを意味している。

モルフォロジの誕生から 40 年を経て、医用画像処理や工業用パターン認識の分野で、簡潔で定量的な画像処理手法として、モルフォロジを利用した画像処理アルゴリズムが用いられるようになってきている。そこで、本研究ではモルフォロジの研究を深化させ、さらに画像情報その他についてモルフォロジによって得られる構造を利用して、ユーザにとって知的と感じられる情報処理システムの創出を行うものである。

2. 研究の目的

本研究では、おもに画像情報のもつ構造の記述・解析に取り組むとともに、さまざまな画像から抽出した構造を、さらにモルフォロジの論理記述を用いて組み合わせることにより、より高いレベルの構造の記述を実現する。つまり、画像からの構造情報の抽出、その構造情報からのより高位の情報抽出と記述を、すべてモルフォロジの観点から行うことにより、「賢く見える」情報メディアシステムの基盤構築を行うものである。本研究は、モルフォロジの本質である「情報の構造記述」を基盤とし、人にとって賢く見える情報処理機構の創出を行うもので、簡便な画像処理ツールとしてのモルフォロジの応用にとどまらない点に独創性がある。

また、近年、感性工学という分野が注目を集めてきている。これは、人の情動、こころもちといったものを工学的に取り扱おうという考え方である。スマートインフォメディアシステムの目指す「賢く見える情報処理」は、感性を重視する人間中心の工学に通じるものがあり、本研究はこのような新しい情報処理の流れを推進するものである。

3. 研究の方法

(1)感性研究からのアプローチ

このアプローチは、モルフォロジの手法によってテクスチャ画像（布地表面などの模様の画像）が生成される構造をパラメータ化して記述し、そのパラメータの変化に対する人の印象の変化を調べることで、人の視覚的感性が、テクスチャのどのような構造のどんなパラメータに左右されているかを探究するものである。

(2)画像フィルタ研究からのアプローチ

このアプローチでは、画像の特徴に合わせ最適に作用する「気の利いた」雑音除去フィルタを開発するために、雑音が付加された画像のみから、フィルタに用いる構造要素を自動推定する手法を確立する。また、モルフォロジを利用した非線形信号処理によるブレイン・コンピュータ・インターフェースの

手法を開発する。

(3)代数的手法からのアプローチ

モルフォロジは一般に非線形演算として取り扱われるが、最大（あるいは最小）演算を用いるマックス・プラス代数上では線形処理として取り扱うことができる。そこで、本研究では、マックス・プラス代数の枠組みにおいて、モルフォロジカルフィルタリング・画像圧縮などの各種画像処理を統一的に記述し、知的情報システムのための情報構造記述の基盤を構築する。

(4)代数的手法からのアプローチ

非線形演算としてのモルフォロジは、ブール演算を含む一般の束にまで拡張され、空間の位相的性質の解析や、論理代数の解析にまで用いることができる。本研究では、モルフォロジの閉包作用素や粒度解析等の手法を、一般的な束の代表例としての論理代数に適用することにより、モルフォロジを用いた非線形解析手法の有効性を検証する。この研究により、ソフトウェア工学におけるシステム検証論において重要である様相論理・時相論理の解析に強力な手法を提供し、高位の情報抽出のための基盤を提示する。

4. 研究成果

(1)感性研究からのアプローチ

モルフォロジにもとづくテクスチャの分析法を用いて、テクスチャの変化による視覚的印象への影響を定量的に評価する手法を開発した。また、モルフォロジカルな操作によって生成されたテクスチャに対する人の印象を調べることで、人間のテクスチャ認識において着目する特徴に関する知見を得た。とくに、視距離の変化に対する人の反応が距離変化の方向や先見知識に依存し、しかも性差もあることが見いだされた。

(2)画像フィルタ研究からのアプローチ

テクスチャ画像をベースとして、理想的処理結果を要せず、雑音が付加された画像のみから基本構造要素を抽出し、最適な雑音除去を行うフィルタを開発した。さらに、遺伝的アルゴリズムや記述長最小原理を積極的に利用して最適化の能率を向上させた。また、テクスチャを記述するための要素図形の推定のさい、これまでは要素図形が画像全体で 1 種類の場合のみを想定していた。今回、2 つの要素図形が混在するテクスチャでもそれらを同時に推定する手法を開発した。

また、モルフォロジ多重解像度解析を用いた脳波信号解析を行い、ブレイン・コンピュータ・インターフェースの手法として有望であることを見いだした。

(3)代数的手法からのアプローチ

束構造を通じた形式概念分析とモルフォロジーの関連を利用した、大規模画像群のための形式概念分析にもとづく束構造可視化システムを構築し、これを法律体系の可視化という新しい分野に応用した。さらに、束構造のデータベースにもとづく形式概念分析を利用したデータマイニング手法を開発した。

(4)代数的手法からのアプローチ

モルフォロジー解析が量子論理においても有効であることを示し、「含意」の問題についても解析を行った。

(5)各アプローチの統合と応用

応用として、骨粗鬆症・動脈硬化をX線画像をもとに自動診断するシステムを開発した。この方法で、熟練した歯科放射線科医と同等以上の診断能力を達成した。

また、本研究の集大成として、代表者・分担者を含む共同研究者によって書籍「非線形画像・信号処理 モルフォロジーの基礎と応用」を出版した。

(6)国内外における位置づけと将来への展望

内外での招待講演の他、2008年12月には、電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会で「モルフォロジーセッション」を組織した。また、2009年10月には、2009 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA 2009)で "Mathematical Morphology and Its Applications" スペシャルセッションを組織した。さらに、学会誌等でモルフォロジーに関する解説論文を3本執筆した。これらにより、本研究の代表者・分担者を中心とする研究グループ（「モルフォロジストの会」）は、わが国におけるモルフォロジー研究において重要な位置を占めるようになってきている。また、代表者が International Symposium on Mathematical Morphology の Scientific Committee Member を務めるなど、国際的認知も得ている。本研究によりモルフォロジーによる構造の理解が知的情報処理の基盤として有効であることが示され、今後の知的情報処理技術の発展に寄与することが期待される。

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49件）

1. 浅野晃, マセマティカル・モルフォロジーについて, 画像ラボ, 査読無, 22, 2011 (掲載決定)

2. L. Li, A. Asano, C. Muraki Asano, M. Muneyasu, and Y. Hanada, Dual Primitive Estimation of Textures, IEICE Trans. Fundamentals, 査読有, E94-A, 2011, pp.1165-1169
3. M. Fujio, Local Composition of Cellular Automata via Hit-or-Miss Transform, 数理解析研究所講究録, 査読有, 27, 2011, pp.1-7
4. T. Yamaguchi, M. Fujio, and K. Inoue, Design Method of Morphological Structuring Function for Pattern Recognition of EEG Signals during Motor Imagery and Cognition, International Journal of Innovative Computing, Information and Control, 査読有, 7, 2011 (掲載決定)
5. 浅野晃, マセマティカルモルフォロジーの思想, Fundamentals Review, 査読無, 4, 2010, pp.113-122
6. Y. Hanada, M. Muneyasu, and A. Asano, Effectiveness of genetic multistep search in unsupervised design of morphological filters for noise removal, 情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用, 査読有, 3, 2010, pp.154-165
7. H. Okuno, Y. Hanada, M. Muneyasu, and A. Asano, An unsupervised optimization of structuring elements for noise removal using GA, IEICE Trans. Fundamentals, 査読有, E93-A, 2010, pp.2196-2199
8. C. Muraki Asano, A. Asano, L. Li, and T. Fujimoto, Morphological texture manipulation for the evaluation of human visual sensibility, Kansei Engineering International Journal, 査読有, 10, 2010, pp.11-18
9. 花田良子, 棟安実治, 浅野晃, テクスチャ画像における劣化画像のみを用いた荷重メジアンフィルタの遺伝的アルゴリズムによる設計, 電子情報通信学会論文誌, 査読有, J94-A, 2010, pp.18-29
10. L. Li, C. Muraki Asano, and A. Asano, Dual Primitive Estimation for Morphological Texture Analysis, Proc. 10th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT2010), 査読有, 巻なし, 2010, pp.149-152
11. K. Shinjo, M. Muneyasu, A. Asano, and A. Taguchi, Automatic Detection Method for Carotid Artery Calcification in Dental Panoramic Radiographs, Proc. APSIPA Annual Summit and Conference (APSIPA ASC 2010), 査読有, 巻なし, 2010, pp.30-30
12. T. Toyota, and H. Nobuhara, Analysis and Visualization of Japanese Law Networks based on Granular Computing -

- Visual Law: Visualization System of Japanese Law-, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 査読有, 14, 2010, pp.150-154
13. K. Sawase, and H. Nobuhara, Management System for Tagged Image Database using Lattice Structure, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 査読有, 14, 2010, pp.155-159
 14. T. Tanabata, K. Sawase, H. Nobuhara, and B. Bede, Interactive Data Mining for Large-Scale Image Databases Based on Formal Concept Analysis, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 査読有, 14, 2010, pp. 303-308
 15. H. Nobuhara, D. B. K. Trieu, T. Maruyama, and B. Bede, Max-Plus Algebra Based Wavelet Transforms and Their FPGA Implementation for Image Coding, Information Sciences, 査読有, 180, 2010, pp.3232-3247
 16. B. Bede, H. Nobuhara, I. J. Rudas and T. Tanabata, Nonnegative matrix factorization and decomposition of a fuzzy relation, Proc. 2010 IEEE World Congress on Computational Intelligence (WCCI2010) , 査読有, 巻なし, 2010, 頁なし
 17. H. Nobuhara, et al, 3D-Wavelet Decomposition Based on Max-Plus Algebra and its Application to VideoCoding, Proc. 2010 IEEE World Congress on Computational Intelligence (WCCI2010) , 査読有, 巻なし, 2010, 頁なし
 18. N. Yoshinaga, and H. Nobuhara, Formal Concept Analysis Based Web Pages Classification / Visualization and Their Application to Information Retrieval, Proc. 2010 IEEE World Congress on Computational Intelligence (WCCI2010) , 査読有, 巻なし, 2010, 頁なし
 19. K. Sawase and H. Nobuhara, A Method of Transformation between Tree and Lattice Structure for File Management, Proc. of Joint 5th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 11th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS & ISIS2010), 査読有, 巻なし, 2010, 頁なし
 20. M. Zhao, H. Nobuhara, A Fuzzy Logic Based State-space Reducing Method in Soccer, Proc. of Joint 5th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 11th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS & ISIS2010), 査読有, 巻なし, 2010, 頁なし
 21. T. Toyota, H. Nobuhara, A Fast Learning Algorithm of Self-organizing Map for Law Text Visualization, Proc. of Joint 5th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 11th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS & ISIS2010), 査読有, 巻なし, 2010, 頁なし
 22. H. Nur, H. Nobuhara, Application of Formal Concept Analysis for Rule Mining in Artificial Neural Networks, Proc. of Joint 5th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 11th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS & ISIS2010), 査読有, 巻なし, 2010, 頁なし
 23. T. Ito, M. Fujio, S. Inokuchi, and Y. Mizoguchi, Composition union and division of cellular automata on groups, Proc. 16th International Workshop on Cellular Automata and Discrete Complex Systems, 査読有, 巻なし, 2010, pp.255-264
 24. T. Yamaguchi, J. Irie, M. Fujio, and K. Inoue, EEG Analysis during Light Stimulus based on Morphological Multi-resolution Analysis, Proc. 41st ISCIE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications, 査読有, 巻なし, 2010, pp.113-118
 25. M. Fujio, Morphological Interpretation of Local Composition of Cellular Automata on Groups, 査読有, 巻なし, 2010, pp. 133-136
 26. L. Li, A. Asano, and C. Muraki Asano, Statistical Analysis of Human Visual Impressions on Morphological Image Manipulation of Gray Scale Textures, Optical Review, 査読有, 17, 2010, pp.90-96
 27. Y. Hanada, M. Muneyasu, and A. Asano, An Unsupervised Design Method for Weighted Median filters using Genetic Algorithm, Proc. 2009 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2009) , 査読有, 巻なし, 2009, pp. 87-91
 28. L. Li, A. Asano, and C. Muraki Asano, Analysis of the Effect of the Viewing Distance in Texture Perception Using Morphological and Statistical Model, Proc. 2009 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2009) , 査読有, 巻なし, 2009, pp.125-130
 29. H. Okuno, Y. Hanada, M. Muneyasu, and A. Asano, An Unsupervised

- Optimization of Structuring Elements for Noise Removal Using GA, Proc. 2009 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2009), 査読有, 巻なし, 2009, pp. 144-149
30. A. Asano, M. Saiki, and M. Fujio, Texture Analysis Based on Mathematical Morphology and MDL Principle, Proc. 2009 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2009), 査読有, 巻なし, 2009, pp. 155-159
31. Y. Hanada, M. Muneyasu, and A. Asano, An Improvement of Unsupervised Design Method for Weighted Median Filters Using GA, Proc. 2009 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS2009), 査読有, 巻なし, 2009, pp. 204-207
32. Y. Hanada, H. Okuno, M. Muneyasu, and A. Asano, Application of Genetic Multi-Step Search to Unsupervised Design of Morphological Filters for Noise Removal, Proc. 2009 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS2009), 査読有, 巻なし, 2009, pp. 566-569
33. T. Toyoda and H. Nobuhara, Hierarchical Structure Analysis and Visualization of Japanese Law Networks Based on Morphological Analysis and Granular Computing, Proc. IEEE International Conference on Granular Computing, 査読有, 巻なし, 2009, pp.539-543
34. K. Sawase and H. Nobuhara, Correspondences between Formal Concept Analysis and Mathematical Morphology through Lattice Visualization of Huge Image Database, Proc. 2009 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS2009), 査読有, 巻なし, 2009, pp.131-134
35. T. Yamaguchi, M. Fujio, K. Inoue, and G. Pfurtscheller, Feature extraction of EEG during motor imagery and cognition by using morphological MRA, Proc. ICCAS-SICE 2009, 査読有, 巻なし, 2009, pp. 843-848
36. T. Yamaguchi, M. Fujio, and K. Inoue, Design Method of Morphological Structural Function for Processing Signal with Pulsive Noise, Proc. 2009 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2009), 査読有, 巻なし, 2009, pp. 119-124
37. M. Fujio Morphological Dilations as Ultradiscretized Convolutions, Proc. 2009 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2009), 査読有, 巻なし, 2009, pp. 135-139
38. K. Tanabe and M. Fujio, Motion Detection by Mathematical Morphology, Proc. 2009 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2009), 査読有, 巻なし, 2009, pp. 187-190
39. T. Yamaguchi, M. Fujio, K. Inoue, and G. Pfurtscheller, Design Method of Morphological Structural Function for Pattern Recognition of EEG Signals During Motor Imagery and Cognition, Proc. 2009 Fourth International Conference on Innovative Computing, Information and Control, 査読有, 巻なし, 2009, pp. 1558-1561
40. 浅野晃, 延原肇 マセマティカルモルフォロジーの基礎と新展開, 電子情報通信学会誌, 査読無, 92, 2009, pp.876-880
41. 澤勢一史, 延原肇, 大規模画像群のための形式概念分析に基づく束構造可視化システム, 日本知能情報ファジィ学会誌, 査読有, 21, 2009, pp.32-40
42. 井上勝裕, 藤尾光彦, 前田誠, 山口朋成, ウェーブレット手法の脳波解析への応用, システム/制御/情報, 査読無, 53, 2009, pp.34-40
43. T. Nakamoto, A. Taguchi, M. Ohtsuka, Y. Suei, M. Fujita, M. Tsuda, M. Sanada, Y. Kudo, A. Asano, and K. Tanimoto, A computer-aided diagnosis system to screen for osteoporosis using dental panoramic radiographs, Dentomaxillofacial Radiology, 査読有, 37, 2008, pp. 274-281
44. L. Li, A. Asano, and C. Muraki Asano, Evaluation of Human Visual Impressions in Gray Scale Textures Using Morphological Manipulation, Proc. 8th International Conference on Hybrid Intelligent Systems, 査読有, 巻なし, 2008, pp.114-119
45. M. Muneyasu, K. Shiohama, and A. Asano, An Unsupervised Design Method for Weighted Median filters Based on Simulated Annealing, Proc. International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems 2008, 査読有, 巻なし, 2008, pp.138-141
46. T. Yamaguchi, M. Fujio, and K. Inoue, Feature Extraction of EEG Waves Based on Morphological Multiresolution Analysis, Proc. 3rd International Conference on Innovative Computing

- Information and Control, 査読有, 巻なし, 2008, pp.60-60
47. T. Yamaguchi, M. Fujio, K. Inoue, and G. Pfurtscheller, Wavelet analysis of EEG signals during motor imagery, Proc. International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition, 査読有, 2008, 巻なし, pp.454-459
48. K. Inoue, M. Fujio, T. Yamaguchi, and G. Pfurtscheller, Mathematical morphological multi-resolution analysis of EEG signals during misoperation of BCI system, Proc. 4th International Brain-Computer Interface Workshop and Training Course, 査読有, 2008, 巻なし, pp.74-79
49. H. Nobuhara, Max-Plus Algebraic Agent Description and Its Application to Various Social Systems, Proc. World Automation Congress 2008 (WAC 2008) IFMIP Track, 査読有, 巻なし, 2008, 頁なし

[学会発表] (計4 2件)

<招待講演>

1. 浅野晃, 李亮, 浅野 (村木) 千恵, マセマティカル・モルフォロジーと視覚感性科学, 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会, 2011年3月4日, 東京都市大学 (東京)
2. H. Nobuhara, Smart Interaction and Multimedia Processing, International Seminar of Information Technology, 2010年10月23日, Bandung, Indonesia
3. 浅野晃, マセマティカル・モルフォロジーと画像処理, 北陸先端科学技術大学院大学 2009年度第7回情報科学研究科セミナー, 2009年12月10日, 北陸先端科学技術大学院大学 (石川)
- <企画セッション・電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会「モルフォロジーセッション」>
4. 浅野晃, 棟安実治, 集合のモルフォロジカルな粒状化, 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会, 2008年12月5日, 関西大学 (大阪)
5. 奥野裕之, 花田良子, 棟安実治, 浅野晃, GAによる雑音除去のための劣化画像のみを用いた最適構造要素の推定, 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会, 2008年12月5日, 関西大学 (大阪)
6. 山口朋成, 井上勝裕, 藤尾光彦, モルフォロジー多重解像度解析を用いた動作想像および認知時脳波波形解析, 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会, 2008年12月5日, 関西大学 (大阪)
7. 藤尾光彦, オーソモジュラ量子論理におけ

る含意結合子の強弱について ~ 量子論理のモルフォロジー解析 ~, 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会, 2008年12月5日, 関西大学 (大阪) 他

[図書] (計2件)

1. 浅野晃, 浅野 (村木) 千恵, 木森義隆, 棟安実治, 延原肇, 藤尾光彦, 丸善, 非線形画像・信号処理 モルフォロジーの基礎と応用, 2010, 180頁
2. 伊東一良 (編), 浅野晃・津村徳道・野村孝徳・廣川勝久・的場修 (著), 丸善, 原理がわかる・現場で使える 信号処理, 2009, 186頁

[その他]

ホームページ等

<http://laskin.mis.hiroshima-u.ac.jp/morpho>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

浅野 晃 (ASANO AKIRA)

広島大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号: 60243987

(2) 研究分担者

棟安 実治 (MUNEYASU MITSUJI)

関西大学・システム理工学部・教授

研究者番号: 30229942

藤尾 光彦 (FUJIO MITSUHIKO)

九州工業大学・情報工学部・准教授

研究者番号: 00284597

延原 肇 (NOBUHARA HAJIME)

筑波大学・大学院システム情報工学研究科・講師

研究者番号: 80359687

(3) 連携研究者

なし