

KOMPRESI CITRA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN HEBBIAN BASED PCA (PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS)

Syofyan Azhar Rambe¹, Adiwijawa², Andrian Rakhmatsyah³

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

Abstrak

Perkembangan teknologi dan metode kompresi image (citra) digital saat ini berkembang dengan pesat. Format citra yang baku di lingkungan sistem operasi Microsoft Windows dan IBM OS/2 adalah berkas bitmap (BMP). Citra dalam format BMP lebih bagus daripada citra dalam format yang lainnya. Namun kualitas gambar yang bagus yang dimiliki citra BMP berbanding terbalik dengan ukuran filenya. Ukuran file yang dimiliki oleh citra berformat BMP relatif besar. Oleh karena itu muncul beberapa metode kompresi (pemampatan) citra digital yang bertujuan mengurangi ukuran file sekecil mungkin namun kualitas gambar tidak mengalami penurunan secara signifikan.

Dalam tugas akhir ini, dibuat suatu aplikasi yang menerapkan metode Hebbian Based PCA untuk melakukan kompresi citra digital. Hebbian Based PCA menggunakan arsitektur jaringan syaraf tiruan umpan-maju lapis tunggal linier (single layer linear feedforward network) dengan algoritma pembelajaran Hebb termodifikasi dengan model pembelajaran tidak terawasi (unsupervised learning).

Dari hasil pengujian dalam tugas akhir ini, diperoleh beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas citra hasil kompresi, antara lain arsitektur jaringan syaraf tiruan itu sendiri (perbandingan neuron input dengan neuron output), learning rate, dan citra latih. Sedangkan rasio kompresi dipengaruhi oleh jumlah neuron input dan neuron output.

Kata Kunci : Hebbian Based PCA, citra, rasio kompresi, jaringan syaraf tiruan.

Abstract

The development of technology and image compression method recently growing fast. The standard of image format in the Microsoft Windows and IBM OS/2 platform is bitmap (BMP). Image in BMP format better than image in the other format. But, the quality of picture in BMP format reverse compared to file size. The file size of BMP image relatively big. Therefore, some image compression method were being made to reduce file size as small as it can, but the quality of image is not significantly decrease.

In this final assignment, it will be made an application to realize Hebbian Based PCA method to compress digital image. Hebbian Based PCA use neural network architecture named single layer linear feedforward network using modified Hebb learning algorithm with unsupervised learning. From the result of this final assignment, it get several factors that effect the compressed digital image quality. The factors are the neural network architecture itself (the comparison of input neuron and output neuron), learning rate, and training image. In the other case, compression ratio is effected by the amount of input neuron and output neuron.

Keywords : Hebbian Based PCA, image, compression ratio, neural network.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat, kebutuhan akan aliran data juga semakin pesat. Data dapat berupa teks, suara (*voice*), dan citra (*image*) atau kombinasi dari teks, suara, dan atau citra yang disebut juga data multimedia. Oleh karena itu dibutuhkan teknologi kompresi data (dalam hal ini citra) yang bertujuan untuk memperkecil ukuran data dari ukuran aslinya. Semakin besar ukuran citra, maka semakin besar pula memori yang dibutuhkannya. Pada sisi lain, kebanyakan citra mengandung duplikasi data. Duplikasi data pada citra dapat berarti dua hal. Pertama, besar kemungkinan suatu *pixel* dengan *pixel* tetangganya memiliki intensitas yang sama, sehingga setiap *pixel* memboroskan tempat. Kedua, citra banyak mengandung bagian (*region*) yang sama, sehingga bagian yang sama ini tidak perlu dikodekan berulang kali karena dapat menyebabkan pemborosan di media penyimpanan. Jadi, prinsip umum yang digunakan pada proses kompresi citra adalah mengurangi duplikasi data di dalam citra sehingga memori yang dibutuhkan untuk merepresentasikan citra menjadi lebih sedikit daripada representasi citra semula.

Kompresi citra digital dapat dilakukan dengan menggunakan *Principal Components Analysis* (PCA). PCA adalah suatu metode yang didesain untuk mengidentifikasi ciri-ciri tertentu yang merupakan karakteristik suatu data [7]. PCA merupakan metode yang sangat tepat untuk menganalisis data. PCA sangat dikenal di dalam analisis peubah jamak (*multivariate analysis*). *Hebbian Based PCA* menggunakan jaringan syaraf tiruan lapis tunggal umpan maju linier (*single layer linear feedforward network*) dengan algoritma pembelajaran Hebb yang diperluas oleh proses pembelajaran tak terawasi (*unsupervised learning*). Sehingga jaringan syaraf tiruan yang terbentuk merupakan sistem yang menghitung komponen utama atau nilai karakteristik matriks korelasi R atas data masukan.

I.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang dijadikan objek penelitian dan pengembangan tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana mengimplementasikan *Hebbian based PCA* yang menggunakan jaringan syaraf tiruan lapis tunggal umpan maju linier (*single layer linear feedforward network*) dengan algoritma pembelajaran Hebb yang diperluas oleh proses pembelajaran tak terawasi (*unsupervised learning*) untuk merekonstruksi citra.
2. Bagaimana pengaruh *Hebbian based PCA* pada performansi kompresi secara keseluruhan, yakni pengaruhnya terhadap kualitas citra hasil kompresi dan juga rasio kompresi yang dihasilkan.

I.3. Tujuan Pembahasan

Dalam tugas akhir ini, diharapkan tercapai hal-hal berikut :

1. Membuat aplikasi *Hebbian based PCA* untuk melakukan kompresi citra.
2. Melakukan analisis dan pengujian terhadap arsitektur jaringan syaraf tiruan untuk menentukan bobot dan parameter yang sesuai untuk memperoleh citra rekonstruksi yang kualitasnya cukup baik. Parameter yang dimaksud adalah jumlah neuron input, jumlah neuron output, *learning rate* dan error minimal.
3. Menganalisis kualitas citra hasil kompresi dengan menghitung nilai PSNR dan rasio kompresi untuk membandingkan kualitas citra hasil kompresi terhadap citra aslinya.

I.4. Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya materi pembahasan tugas akhir ini, maka penulis membatasi permasalahan dalam tugas akhir ini hanya mencakup hal-hal berikut :

1. File yang akan dikompresi memiliki format BMP.
2. Citra yang digunakan adalah citra hitam-putih (*grayscale*) yang memiliki dimensi bujur sangkar berkelipatan 8. Misal: 64 x 64, 128 x 128, 256 x 256, 512 x 512, dan lain sebagainya.
3. Pada proses pelatihan dan pengujian menggunakan citra berdimensi 128 x 128, 256 x 256, dan 512 x 512.

I.5. Metodologi Penyelesaian Masalah

Metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah :

1. Studi literatur.
Tahapan ini meliputi pengumpulan data dan sumber-sumber penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran, detail dan dasar teori yang jelas dan valid mengenai pokok penelitian.
2. Analisis dan Perancangan Perangkat Lunak.
Tahapan ini digunakan untuk merancang sistem yang dibangun. Hasil dari tahap ini digunakan sebagai cetak biru bagi tahap selanjutnya. Analisis perancangan perangkat lunak dibuat menggunakan metode terstruktur.
3. Implementasi Perancangan Perangkat Lunak.
Implementasi dalam bentuk *coding* berdasarkan analisis dan desain yang telah dibuat. Aplikasi yang digunakan adalah Matlab 7.
4. Uji coba terhadap sistem.
Melakukan pengujian dari sistem yang telah dibangun pada tahap implementasi. Beberapa pengujian yang dilakukan antara lain:
 - a. Menguji coba parameter seperti laju pembelajaran (*learning rate*) dengan cara *trial and error* pada pelatihan untuk mendapatkan bobot jaringan syaraf tiruan yang paling baik untuk digunakan pada proses kompresi.
 - b. Melakukan pengujian dan membandingkan ukuran file citra hasil kompresi dengan citra aslinya. Sehingga dapat diketahui berapa persen ukuran citra dapat dimampatkan.
 - c. Menghitung dan menganalisis error pada citra hasil kompresi dengan mengukur nilai PSNR (*Peak Signal-to-Noise Ratio*) dan MSE (*Mean Square Error*) -nya.

5. Penyusunan laporan tugas akhir dan kesimpulan akhir.
Hasil penelitian akan disusun menjadi suatu laporan yang meliputi aspek-aspek dalam penelitian yaitu teori dan implementasinya.

I.6. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembahasan, metodologi penyelesaian masalah dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini membahas teori dasar pendukung implementasi, antara lain mengenai Konsep Citra Digital, Kompresi Citra Digital, *Principal Components Analysis (PCA)*, dan *Hebbian-Based PCA*.

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN

Berisi mengenai pengumpulan data, proses pengolahan data dan perancangan aplikasi terdiri dari perancangan basis model dan rancangan antar muka.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini membahas kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan untuk merealisasikan sistem. Selain itu pada bab ini akan dibahas pengujian dan hasil uji coba sistem

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan akhir dan saran pengembangan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diuraikan beberapa hal yang merupakan kesimpulan dari pengerjaan Tugas Akhir ini. Selain itu, diuraikan beberapa saran yang dapat digunakan dalam pengembangan Tugas Akhir pada masa yang akan datang.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan implementasi dan analisis yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

- 1) Proses pelatihan dengan arsitektur JST dengan pembelajaran *Hebbian Based Principal Components Analysis (PCA)* relatif lebih cepat. Hal ini dikarenakan arsitekturnya yang memakai *single layer* atau tanpa *hidden layer*. Sedangkan proses rekonstruksi citra lebih lama jika dibandingkan dengan metode lain seperti menggunakan JST *backpropagation*. Hal ini dikarenakan PCA memerlukan perhitungan yang relatif banyak pada saat proses rekonstruksi citra.
- 2) Perbandingan jumlah neuron input dengan neuron output akan berpengaruh pada nilai rasio kompresi yang dicapai. Semakin besar perbandingan jumlah neuron input dengan neuron output, maka semakin besar pula rasio kompresi yang dihasilkan begitu juga sebaliknya. Namun hal ini akan membuat kualitas citra hasil kompresi menurun. Demikian juga sebaliknya.
- 3) Jumlah neuron input akan menentukan besarnya *scaling* blok pada waktu *preprocessing*. Besar *scaling* blok ini juga mempengaruhi kualitas citra hasil kompresi. Semakin kecil *scaling* blok yang diambil dari citra asli, akan membuat kualitas citra semakin baik.
- 4) Lama waktu pada saat pelatihan ditentukan oleh beberapa faktor. Antara lain :
 - Nilai *learning rate* yang semakin besar akan membuat waktu latih menjadi lebih besar juga. Hal ini dikarenakan keadaan menuju bobot yang konvergen dicapai lebih lama.
 - Perbandingan jumlah neuron input dengan neuron output yang semakin besar akan membuat waktu latih menjadi lebih kecil.
 - Nilai error minimum yang ditentukan. Makin besar nilai error yang ditentukan, maka akan membuat waktu latih menjadi lebih kecil.
 - Tapi hal ini akan berpengaruh terhadap kualitas citra. Semakin kecil nilai error, maka kualitas citra hasil akan semakin baik, tapi memerlukan waktu pelatihan yang lebih lama.
 - Pemilihan citra latih. Semakin besar dimensi dari citra latih, maka waktu yang dibutuhkan untuk pelatihan juga semakin besar.
- 5) Lama waktu pada saat pengujian ditentukan oleh beberapa faktor. Antara lain:
 - Perbandingan jumlah neuron input dengan neuron output yang semakin besar akan membuat waktu kompresi menjadi lebih kecil.
 - Pemilihan citra latih. Semakin besar dimensi dari citra latih, maka waktu yang dibutuhkan untuk pelatihan juga semakin besar.

5.2 Saran

- 1) Proses kompresi citra dapat dilakukan dengan teknik mengkombinasikan metode PCA dengan metode lain. Karena karakteristik PCA yang cocok dalam menemukan pola di dalam sekumpulan data, maka teknik ini dapat dikembangkan lebih jauh dalam melakukan kompresi citra digital. Karena dengan menggunakan *Hebbian based PCA* membutuhkan waktu kompresi yang sedikit lebih lama dibandingkan kompresi citra digital dengan metode lain.
- 2) Pengembangan dari metode yang digunakan penulis diharapkan bisa diaplikasikan terhadap citra berwarna seperti citra RGB, dan juga tidak ada batasan ukuran seperti pada tugas akhir ini.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anton, Howard. *Elementary Linear Algebra Fifth Edition*, Anton Textbooks, Inc. 1987.
- [2] Arhami, Muhammad dan Desiani, Anita. *Pemrograman Matlab*, Yogyakarta: Penerbit Andi. 2005.
- [3] Chatterjee C., Kang, Z., dan Roychowdhury, V.P., *Algorithms for Accelerated Convergence of Adaptive PCA*”, IEEE Trans. on Neural Network, Vol.11, No.2, Maret 2000.
- [4] Dharma, Eddy Muntina. *Diktat Mata Kuliah Grafika Citra*, Bandung: STTTelkom, 2004.
- [5] Gonzales, Rafael C. dan Wintz, Paul. *Digital Image Processing*, Canada: Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 1987.
- [6] Haykin, Simon. *Neural Network A Comprehensive Foundation Second Edition*, New Jersey: Prentice-Hall, Inc. 1999.
- [7] I. Smith, Lindsay. *A Tutorial on Principal Components Analysis*. 2002.
Site: www.csnet.otago.ac.nz/cosc453/student_tutorials/principal_components.pdf
- [8] Jiang, J. *Image Compression with Neural Network*, UK : School of Computing, University of Glamorgan, Pontypridd CF37 1DL. 1999.
- [9] Kusumadewi, Sri. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Yogyakarta: Graha Ilmu. 2003.
- [10] Munir, Rinaldi. *Pengolahan Citra Digital*, Bandung: Penerbit Informatika. 2004.
- [11] Oja, Erkki. *A Simplified Neuron Model as a Principal Component Analyzer*. Institute of Mathematics, University of Kuopio, 70100 Kuopio 10, Finland. 1982.
- [12] Oja, Erkki dan Karhunen, Juha. *On Stochastic Approximation of the Eigenvectors and Eigenvalues of the Expectation of a Random Matrix*.

Journal of Mathematical Analysis and Applications Vol. 106 No.1,
Academic Press. New York dan London. February 1985

- [13] Pressman, Roger S. *Software Engineering A Practitioner's Approach*, New York: The McGraw-Hill Companies, Inc. 1997.
- [14] Shlens, Jonathon. *A Tutorial on Principal Component Analysis*. Systems Neurobiology Laboratory, Salk Institute for Biological Studies La Jolla, CA 92037. December 2005.

