Fidelity : Jurnal Teknik Elektro
Vol. 2, No. 2, Mei 2020, page 39-42

p-ISSN: 2686-3650
e-ISSN: 2686-3642

Gambar No-Referensi Berdasarkan Klasifikasi Fuzzy untuk Penilaian Kualitas

Mundi Wiwit Kurniaga
R&D
PT Cogindo DayaBersama
Sukabumi, Indonesia
mundiwk@cogindo.co.id

***Abstrak*—Sulit untuk melakukan Penilaian Kualitas Gambar (IQA) pada gambar yang terdistorsi atau didekompresi tanpa menggunakan gambar asli sebagai referensi. Cara terbaik untuk menilai kualitas gambar tanpa mengacu pada aslinya adalah dengan menggunakan pengamat manusia, yang diyakini paling objektif. Pendekatan logika fuzzy digunakan dalam proyek ini untuk menganalisis entropi informasi dari bagian foto yang signifikan secara visual, dan nilai linguistik digunakan untuk mengevaluasi kualitas gambar. Selain itu, pendekatan berdasarkan himpunan fuzzy Interval Type-2 (IT2) dan fungsi keanggotaannya digunakan untuk mengubah item menjadi ruang yang tidak terdefinisi. Dengan menggunakan teknik ini, dimungkinkan untuk mengantisipasi kualitas gambar semirip mungkin dengan pengamatan manusia. Membandingkan ukuran kualitas gambar yang disarankan dengan metrik tanpa referensi yang ada, kami menemukan itu lebih akurat dan dapat disesuaikan dengan metrik skor opini rata-rata subjektif daripada yang lain.**

***Kata Kunci*—IQA, IT2, Tanpa Referensi, Fuzzy, Visual Saliency**

I. PENGANTAR

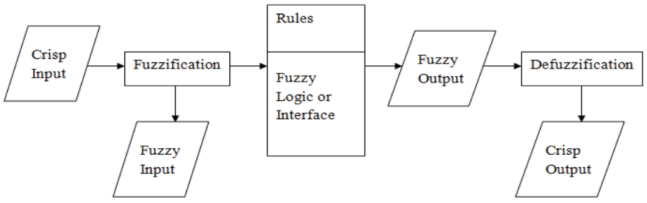
Intensitas gambar (atau tingkat keabuan) didefinisikan sebagai amplitudo fungsi dua dimensi f(x, y) pada himpunan koordinat tertentu (x, y), di mana x dan y adalah koordinat spasial. Untuk setiap elemen gambar digital, ada tempat dan nilai tertentu. Piksel adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan kotak kecil ini. Dalam pemrosesan citra digital, fitur diekstraksi dari foto, dan objek individu dapat diidentifikasi. Ini menggunakan algoritma untuk mengidentifikasi dan mengisolasi aspek-aspek tertentu dari gambar digital. Elemen gambar termasuk ridges, edging, dan corners. Banyak aplikasi pemrosesan gambar sangat bergantung pada evaluasi kualitas gambar digital. Banyak orang dalam masyarakat yang saling terhubung saat ini mengirim dan menerima data multimedia. Transmisi melintasi saluran (berisik) hanyalah satu langkah dalam proses komunikasi secara keseluruhan. Saat dikompresi dan ditransmisikan, gambar digital kehilangan informasi dan mengalami distorsi yang berbeda, yang menurunkan kualitas gambar akhir.

Untuk membuat keputusan penting, kualitas gambar harus dinilai [1,2,4]. Namun, terlepas dari kemajuan teknologi yang signifikan, penglihatan manusia masih dianggap sebagai yang terbaik dalam prosedur penilaian kualitas. Sistem Visual Manusia (HVS) telah dimodelkan untuk pengembangan metodologi Penilaian Kualitas Gambar (IQA) [6-8]. Meskipun pemodelan HVS komputasional di IQA masih jauh dari sempurna karena kurangnya pengetahuan tentang HVS, namun tetap bermanfaat. Saat menganalisis kualitas sebuah foto, metode terbaik adalah mengandalkan pendapat pengamat manusia. Pengujian pribadi, di sisi lain, memakan waktu dan mahal.

Hal ini dimungkinkan untuk mengkategorikan prosedur IQA [5] sebagai subyektif atau obyektif. Rekomendasi pengukuran kualitas pribadi ITU (International Telecommunication Union), termasuk Mean Opinion Score (MOS) dari banyak pengamat ahli yang memeriksa gambar, adalah cara terbaik untuk mengevaluasi kualitas gambar. Namun, metode MOS bermasalah untuk sebagian besar aplikasi karena proses peninjauan yang panjang dan mahal yang diperlukan oleh MOS. Pemecahan masalah perlunya manusia dalam proses evaluasi memerlukan pendekatan yang objektif. Banyak aplikasi dapat mengambil manfaat dari sistem yang secara akurat mengukur kualitas. Jika gambar asli tidak tersedia, biasanya ada tiga jenis teknik kualitas gambar yang akurat. Dalam kasus pendekatan Referensi Penuh (FR), foto yang diperiksa secara langsung dibandingkan dengan referensi atau gambar asli. Metrik NR digunakan saat gambar asli tidak tersedia. Di tengah spektrum metrik FR dan NR, metrik Reduced-Reference (RR) memperkirakan kualitas gambar hanya dengan menggunakan sebagian data dari gambar referensi lengkap. Metode tersebut dapat menilai kualitas gambar terkompresi JPEG [4] dengan berfokus pada metrik NR karena metode tersebut hanya dapat mengevaluasi foto yang telah terdegradasi dengan distorsi tertentu, sebagian besar pendekatan untuk menilai kualitas gambar secara objektif tidak memiliki pendekatan generalisasi. Non-Pasokan Khusus untuk artefak kompresi JPEG atau JPEG2000, algoritma IQA bertujuan untuk memberikan evaluasi kualitas untuk gambar cacat tertentu. Indeks kualitas gambar JPEG dan metrik kualitas berdasarkan model Natural Scene Statistics (NSS) [5] adalah metrik relevan yang diusulkan untuk mengevaluasi kualitas gambar. Tiga pendekatan baru tanpa referensi untuk kualitas gambar adalah estimator MOS berbasis mesin pembelajaran ekstrim, metrik berbasis statistik domain Discrete Cosine Transform (DCT), dan indeks kualitas gambar buta. Pengamat manusia memiliki kemampuan luar biasa untuk menilai kualitas gambar, tetapi tidak satu pun dari sistem ini yang menggabungkan metode komputasi yang berpusat pada manusia.

Visi komputer menggunakan fitur global dan lokal untuk menganalisis gambar, dan aplikasi menentukan nilai relatif dari setiap fitur. Lebih penting untuk melihat area gambar

yang mencolok untuk menilai kualitasnya daripada melihat gambar secara keseluruhan dalam metode evaluasi kualitas gambar subjektif. Saat mengevaluasi kualitas gambar tanpa gambar referensi, pemirsa manusia dipengaruhi oleh elemen gambar yang menonjol dalam berbagai derajat. Interpretasi manusia tentang hubungan timbal balik antara fitur input dan kualitas gambar dan digambarkan sebagai aturan fuzzy yang menggunakan variabel linguistik [6, 8], diperlukan untuk membangun pendekatan NR-IQA. Model matematika dapat dibuat dengan menggunakan pengetahuan spesialis manusia menggunakan pemodelan fuzzy [10]. (Gbr.1).



Gambar 1. mewakili antarmuka fuzzy untuk mendapatkan output yang tajam.

Selain itu, dapat membantu dalam memahami aktivitas tertentu dengan mengubah persepsi manusia menjadi konsep matematika. Misalnya, keanggotaan gambar dalam kelas tertentu, yang mewakili kualitasnya, sangat jelas dalam sistem fuzzy tipe-1. Di sisi lain, persepsi manusia sangat bervariasi dalam hal detail dan kualitas visual. Akibatnya, himpunan fuzzy tipe-1 menantang untuk memahami dan mengukur faktor linguistik. Jadi sistem berbasis fuzzy Tipe-2 (T2) digunakan untuk menganalisis ketidakpastian yang terkait dengan persepsi manusia dalam menilai kualitas gambar. Lebih baik menggunakan himpunan fuzzy tipe-1 daripada nilai tegas untuk fungsi keanggotaan variabel input-output dalam sistem fuzzy T2. Set fuzzy Interval Type-2 (IT2) menilai kualitas gambar dan menangani ambiguitas [7] dalam proses generasi inferensi persepsi visual manusia. Untuk membuat ruang fitur yang tidak terbatas, nilai keanggotaan setiap fitur telah direpresentasikan sebagai interval batas bawah dan atas, bukan nilai tunggal. Menggunakan himpunan fuzzy IT2, yang dikenal sebagai "jejak ketidakpastian", Anda dapat menunjukkan derajat nilai keanggotaan.

II. Algoritma Yang Diusulkan

A. Pra-pemrosesan

Dalam preprocessing citra, juga dikenal sebagai restorasi citra, noise yang dibuat selama pemrosesan dikoreksi. Gambar yang diperbaiki dibuat menggunakan teknik ini sedekat mungkin dengan karakteristik energi pancaran pemandangan aslinya. Namun, Kebisingan gambar tidak ditentukan selama proses Penilaian Kualitas Gambar Tanpa Referensi (NR-IQA). Itulah mengapa PSNR digunakan sebagai metrik pemfilteran, bukan metrik yang lebih tradisional. Demikian pula, nilai PSNR mengkategorikan gambar pelatihan ke dalam lima kelas kualitas yang berbeda (Sangat Baik, Baik, Sedang, Buruk, dan Buruk).

B. Seleksi Fitur

Mendefinisikan ulang sekumpulan besar data redundan menjadi fitur dari dimensi yang lebih rendah adalah pendekatan pemrosesan gambar yang dikenal sebagai seleksi fitur. Pemilihan fitur sangat dipengaruhi oleh kinerja; dengan demikian, membuat pilihan yang tepat sangat penting. Misalnya, wilayah yang menonjol secara visual (Gbr. 2) memiliki fitur yang memaksimalkan pembedaan antara berbagai item dalam gambar. Kinerja metode penilaian kualitas subjektif didasarkan pada seberapa cepat ia dapat mengidentifikasi Region Of Interest (ROI) gambar. Jika Anda melihat gambar beresolusi tinggi, Anda akan melihat banyak ROI. Unsur-unsur pra-perhatian unik dari sebuah adegan dikatakan memiliki "penting-penting visual", yang berarti mereka memperoleh respons yang kuat dari HVS lebih awal.

Gambar 2. Mewakili arti-penting visual antara objek dalam gambar.

$$H(j, i) = (X(j, i) . * \log(X(j, i))) \quad (1)$$

Prediktabilitas atau kompleksitas rendah ditunjukkan oleh gambar dengan histogram memuncak, sedangkan gambar dengan distribusi intensitas datar lebih kompleks. Pendekatan NR-IQA didasarkan pada entropi informasi dari wilayah yang signifikan secara visual, yang dikenal sebagai nilai entropi regional. Entropi Shannon menentukan stabilitas sistem, yang mengukur ketidakpastian dalam intensitas piksel fitur lokal.

C. Estimasi Fitur

Data masukan bisa saja tidak memadai atau tidak stabil, tetapi estimasi fitur dalam pemrosesan gambar masih menghasilkan nilai yang dapat diterima. Nilai tersebut tidak berguna karena didasarkan pada fakta-fakta terkini. Ketidakpastian dalam ruang fitur input-output menantang untuk dikelola dengan himpunan fuzzy tipe-1. Oleh karena itu himpunan fuzzy T2 dan teori sistem terkait menjadi lebih menonjol. Himpunan fuzzy T2 memiliki nilai keanggotaan alih-alih angka tajam dalam kisaran [0, 1]. Batas himpunan fuzzy T2 kabur, sehingga sulit untuk membedakan tingkat keanggotaan yang tepat. Teknik generalisasi atau IT2 harus digunakan untuk menentukan derajat nilai keanggotaan himpunan fuzzy T2 [7]. Tidak diperlukan pengetahuan sebelumnya tentang foto asli untuk mengukur kualitas set fuzzy IT2. Variabel primer mewakili Fungsi Keanggotaan utama (MF) dalam interval [0, 1], dan Fungsi Keanggotaan sekunder (SMF) diwakili oleh variabel primer sekunder (MF). Berikut nilai konstan untuk IT2FS dalam fungsi keanggotaan sekunder. Jejak Ketidakpastian dihasilkan dari penyatuan semua keanggotaan signifikan (FOU). Hasilnya diubah menjadi interval tegas untuk memperoleh nilai keanggotaan yang tepat sambil mempertimbangkan fungsi keanggotaan utama segitiga dari himpunan fuzzy IT2.

Himpunan densitas probabilitas maksimum disebut distribusi Upper Probability Density (UPD) dari nilai entropi informasi. Demikian pula, himpunan kepadatan probabilitas minimum disebut distribusi Low Probability Density (LPD) dari nilai-nilai entropi informasi. UPD dan LPD digunakan untuk menghitung fungsi keanggotaan Primer IT2 atas dan bawah. Untuk kedua algoritma, max prob(.) adalah nilai kepadatan probabilitas maksimum dan prob(.) mewakili nilai kepadatan probabilitas dari nilai entropi yang berbeda. Oleh karena itu, distribusi data yang dihasilkan menyediakan Fungsi Keanggotaan Atas (UMF) dan Fungsi Keanggotaan Bawah (LMF) untuk kelas kualitas gambar yang sesuai.

D. Metode NR-IQA

Sistem yang diusulkan divalidasi menggunakan berbagai jenis gambar uji yang diambil dari database gambar TAMPERE dan PROFILE (dengan efek tambahan). Pertama, gambar uji dikonversi ke format peta abu-abu portabel, dan daerah yang menonjol secara visual dari gambar diperoleh menggunakan algoritma Kadir dan Brady dan Entropi Shannon. Selanjutnya, metode Shannon diterapkan untuk mengukur entropi lokal daerah, dan rata-rata entropi (Entropi lokal rata-rata) dihitung. Entropi lokal rata-rata mewakili fitur gambar uji berdasarkan kelas kualitas yang berbeda yang akan diprediksi. Selanjutnya, UMF dan LMF dari citra uji yang sesuai dengan lima kelas kualitas yang berbeda dihitung. Untuk citra uji, diperoleh keselarasan-T maksimum dari himpunan yang berisi nilai UMF dari lima kelas berbeda dan keselarasan-T maksimum dari himpunan yang berisi nilai LMF dari lima kelas berbeda yang sama. Akhirnya, mean konform dihitung menggunakan Persamaan. (2).

Mean conorm = (MaxTConorm(UMF) + MAXTConorm(LMF)) / 2 (2)

Telah diamati bahwa mata manusia dapat merekam peningkatan nilai kontras pada batas yang memiliki perbedaan nilai intensitas daripada yang sebenarnya. Untuk memetakan fenomena tersebut, rata-rata operator T-conforms maksimum dipilih untuk mengevaluasi pengaruh penglihatan manusia dalam memprediksi kualitas sebuah gambar. Menggunakan Persamaan. (3), nilai Mean conorm dicocokkan dengan nilai UMF dari lima kelas berbeda yang diperoleh selama fase pelatihan.

Perbedaan absolut terendah yang sesuai dengan kelas tertentu ditetapkan ke gambar uji sebagai label kelas kualitas. Diasumsikan bahwa derajat UMF lebih dominan dalam menentukan kelas kualitas citra dibandingkan dengan nilai LMF.

III. Eksperimen Dan Hasil

Mempertimbangkan gambar uji yang berbeda, derajat UMF dan LMF dari daerah yang menonjol secara visual yang sesuai dengan setiap kelas kualitas gambar dihitung pada Tabel 1. Untuk setiap gambar uji, UMF maksimal dan LMF maksimal diperoleh, dan Kesesuaian rata-rata dihitung menggunakan Persamaan. (2), seperti yang diberikan pada Tabel 2. Perbedaan mutlak dari citra uji mengenai setiap kelas kualitas citra dihitung dengan menggunakan Persamaan. (3) dan diberikan di kolom terakhir Tabel 2. Kami menetapkan label kelas kualitas untuk gambar uji tertentu yang memiliki perbedaan Absolut terendah di antara semua kelas kualitas gambar yang diberikan. Perbandingan antara metrik penilaian kualitas gambar yang kami usulkan dan dua metrik kualitas gambar tanpa referensi utama lainnya (BIQI dan JPEG) dan MOS untuk gambar uji tercantum dalam Tabel 3. Dua kolom terakhir dari Tabel 3 menunjukkan gambar 'absolut dan dinormalisasi Nilai MOS untuk istilah linguistik yang sesuai. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 3 bahwa kecuali dalam kasus gambar uji "Aeroplane2" dan "Aeroplane3", hasil dari semua gambar lainnya kompatibel dengan MOS yang dinormalisasi, yang tidak valid untuk Blind Image Quality Index (BIQI) dan JPEG. Kami menggunakan variabel linguistik 'Rata-rata' dan 'Baik' untuk gambar yang lebih baik secara visual, sedangkan 'Buruk' dan 'Buruk' untuk gambar yang tidak menyenangkan secara visual sebagai label klasifikasi kualitas gambar karena tidak jauh berbeda. Jadi, persentase klasifikasi yang benar mengenai nilai MOS yang dinormalisasi untuk metode yang diusulkan adalah 76,63%, sedangkan untuk BIQI dan JPEG 49,9% dan 43,29%.

Ternormalisasi paling = paling absolut/ maks(paling absolut) i = jumlah nilai MOS, Nilai tak hingga dari MOS tidak dipertimbangkan sebagai nilai maksimum dari kumpulan nilai MOS. Terlihat dari Tabel 2 bahwa metode NR-IQA berbasis fuzzy IT2 yang kami usulkan secara langsung menyimpulkan kelas kualitas gambar, sedangkan metrik kualitas lainnya memberikan nilai numerik dari mana kelas kualitas harus dirasakan. Proses persepsi itu sendiri kabur, yang merupakan paradigma dasar untuk eksperimen dalam metode yang diusulkan. Selain itu, telah diamati bahwa metode yang diusulkan mengungguli metrik kualitas gambar subjektif dalam memprediksi kelas kualitas gambar, sebagaimana terbukti dari nilai MOS yang diberikan pada Tabel 3. Jadi jelas bahwa skema yang kami usulkan kompatibel dengan metrik MOS.

IV. Kesimpulan

Sistem ini dikembangkan untuk penilaian kualitas gambar tanpa referensi ke gambar asli. Entropi informasi dari daerah yang menonjol digunakan sebagai fitur untuk mengukur ketidakpastian dalam input-output gambar, dan himpunan fuzzy IT2 memodelkannya. Sistem fuzzy ini telah digunakan untuk menghilangkan batasan sistem fuzzy tipe1 untuk menilai kualitas gambar. Lima label kelas yang berbeda menetapkan pengamatan manusia terhadap kualitas visual gambar. Variasi fitur cukup lebar untuk menangkap informasi penting dari gambar. Telah diamati bahwa mata manusia umumnya menganggap kontradiksi pada rentang yang lebih tinggi daripada yang sebenarnya pada batas perbedaan intensitas dalam gambar yang disebut efek pita Mach. Jadi untuk memprediksi kualitas gambar UMF utama dari fitur keluaran dianggap menghitung selisih mutlak. Variabel linguistik seperti 'Rata-rata' dan 'Baik' digunakan sebagai label klasifikasi kualitas untuk gambar yang lebih baik secara visual, sedangkan 'Buruk' dan 'Buruk' untuk tidak menyenangkan secara visual karena secara persepsi mereka tidak jauh berbeda. Dengan demikian, persentase klasifikasi yang benar mengenai nilai MOS yang dinormalisasi untuk metode yang diusulkan adalah 76,63%, sedangkan untuk BIQI dan JPEG masing-masing 49,9% dan 43,29%. Metode yang diusulkan akurat dalam menilai kualitas gambar ketika metrik kualitas gambar objektif lainnya menunjukkan hasil yang tidak konsisten dengan MOS subjektif.

Referensi

[1] Zhou Wang, Guixing Wu, Hamid Rahim Sheikh, Eero P. Simoncelli, En-Hui Yang, and Alan Conrad Bovik, “Quality-Aware Images“, (2006).

[2] Tomas Brandao, Maria Paula Queluza,” No-reference image quality assessment based on DCT domain statistics”,(2007).

[3] T. Oh, J. Park, K. Seshadrinathan, S. Lee, A. C. Bovik, “No-reference sharpness assessment of camera-shaken images by analysis of spectral structure”, (2014).

[4] L. Y. Zhou, Z. B. Zhang, “No-reference image quality assessment based on noise, blurring and blocking effect”,(2014).

[5] Q. Sang, X. Wu, C. Li, A. C. Bovik, “Blind image quality assessment using a reciprocal singular value curve”,(2014).

[6] S. Corchs, F. Gasparini, R. Schettini,” No reference image quality classification for JPEG-distorted images”,(2014).

[7] L. Liu, H. Dong, H. Huang, A.C. Bovik,”No-reference image quality assessment in curvelet domain”,(2014).

[8] Y. Li, X. Lai-Man Po, L. Xu, Feng,”No-reference image quality assessment using statistical characterization in the shearlet domain”,(2014).

[9] L. Liu, B. Liu, H. Huang, A.C. Bovik, “No-reference image quality assessment based on spatial and spectral entropies”,(2014).

[10] Y. Zhanga, A. K. Moorthy, D. M. Chandler, A. C. Bovik, “C-DIIVINE: no-reference image quality assessment based on local magnitude and phase statistics of natural scenes”,(2014).

[11] De, J. Sil, ”No Reference Image Quality Assessment Using Fuzzy Relational Classifier”,(2011).

[12] De, J. Sil, ”Entropy based fuzzy classification of images on quality assessment”,(2012).

[13] De, J. Sil, ”No Reference Image Quality Assessment by Designing Fuzzy Relational Classifier Using MOS Weight Matrix”,(2012).

[14] M. Kumru, ” Assessing the visual quality of sanitary ware by fuzzy logic”,(2013).

[15] Wen Lu, Ning Mei, Fei Gao, Lihuo He and Xinbo Gao, ” Blind image quality assessment via semi-supervised learning and fuzzy inference”,(2015).