

KOMPRESI VIDEO DENGAN ESTIMASI GERAK MENGGUNAKAN LOW COMPLEXITY MATCHING CRITERIA

Kun Fayakun¹, Suyatno Budiharjo²

1) Indovision, 2) STT PLN

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini sistem telekomunikasi banyak digunakan untuk mendukung komunikasi audio visual, seperti *videoconference* dan *videophone*. Sebagai salah satu media (selain teks, image, dan audio), video menyajikan informasi yang melengkapi informasi dari media lainnya. Image dan video menampilkan aspek visual untuk melengkapi audio dan teks. Lebih dari sekedar image, video adalah image bergerak yang menampilkan aspek temporal yang tidak terdapat pada image. Video digital dimanfaatkan secara luas untuk berbagai aplikasi. Penggunaan video tidak terbatas untuk keperluan komunikasi. Video digital juga dimanfaatkan untuk bidang pendidikan, kesehatan, bisnis, hiburan dan lain-lain.

Dibalik kegunaan teknologi video di berbagai bidang tadi, perlu diingat, bahwa video menggunakan jumlah bit yang sangat tinggi. Untuk menyimpan data video, diperlukan kapasitas yang besar dan untuk transmisi diperlukan laju bit (bit rate) yang tinggi. Pada dasarnya, untuk mengatasi keperluan akan beban bit yang tinggi ini ada dua cara. Pertama, dengan melebarkan jalan raya informasi, yaitu dibangun suatu jaringan yang dapat menyalurkan laju bit tinggi. Kedua, dengan melakukan kompresi atau pemampatan data, yaitu data yang akan disimpan atau ditransmisikan dikompres

Dengan metode tertentu, sehingga membutuhkan jumlah bit yang lebih sedikit. Untuk pemanfaatan saluran komunikasi secara efisien, data video memerlukan suatu metode tertentu untuk kompresi. Dengan melakukan kompresi, maka data video yang sudah termampatkan itu akan membutuhkan jumlah bit yang lebih sedikit. Hal ini akan mengakibatkan transmisi dapat dilakukan pada bit rate yang rendah.

II. DASAR TEORI TRANSFORMASI COSINUS DISKRIT

Prinsip dasar yang dilakukan dengan discrete cosine transform (DCT) adalah mentransformasikan data dari domain ruang ke domain frekuensi.

Masukan proses DCT berupa matriks data dua dimensi $N \times N$. Persamaan DCT untuk blok matriks berukuran $N \times N$ adalah [Ruiqin¹]:

$$F(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2N}} C(x) C(y) \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(x, y) \cos \left[\frac{(2x+1)m\pi}{2N} \right] \cos \left[\frac{(2y+1)n\pi}{2N} \right]$$

$$C(i) = \frac{1}{\sqrt{2}}, \text{ untuk } i=0, \text{ untuk } i \neq 0.$$

$f(x, y)$ = data pada domain ruang

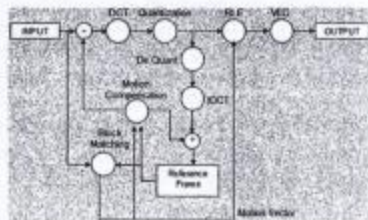
$F(u, v)$ = data pada domain frekuensi

Keluaran proses DCT juga merupakan matriks data dua dimensi $N \times N$. Tiap koefisien dari matriks keluaran ini merupakan nilai pada tiap frekuensi

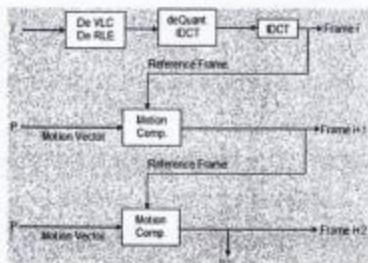
spasial dua dimensi. Pada dekompresi, untuk mentransformasikan kembali data dari domain frekuensi ke domain ruang, digunakan inverse dari discrete cosine transform atau IDCT. Persamaan IDCT untuk blok matriks berukuran NxN adalah

$$f(x,y) = \frac{1}{\sqrt{2N}} \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} C(m)C(n)F(x,y) \cos\left[\frac{(2x+1)m\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)n\pi}{2N}\right]$$

Proses transformasi dengan DCT ini merupakan inti dari kompresi intraframe



Gambar 1. Encoder



Gambar 2. Decoder

Jika $x_p(k,l)$ merupakan intensitas untuk lokasi (k,l) dalam $X_p(p,q)$ dan $x_{p-1}(k+i,l+j)$ merupakan intensitas pada lokasi tergeser oleh i baris dan j kolom, maka *block matching* dapat ditentukan dengan kriteria Kesepadanan atau *Matching Criteria* ^[Anam], yaitu :

1. Cross-Correlation Function(CCF) :

$$CCF(i,j) = \frac{\sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N x_p(k,l) x_{p-1}(k+i,l+j)}{\left[\sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N x_p^2(k,l) \right]^{1/2} \left[\sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N x_{p-1}^2(k+i,l+j) \right]^{1/2}}$$

2. Mean Squared Error(MSE) :

MSE dihitung dengan merata-ratakan kuadrat dari selisih tiap piksel yang bersesuaian. MSE menghasilkan kecocokan yang lebih baik dari pada MAE, dengan resiko kompleksitas meningkat.

$$MSE(i,j) = \frac{1}{N^2} \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N |x_p(k,l) - x_{p-1}(k+i,l+j)|^2$$

3. Mean Absolute Error(MAE) :

MAE adalah kriteria paling populer, yaitu dengan mencari rata-rata nilai absolut dari selisih tiap piksel yang bersesuaian posisinya, Semakin rendah MAE semakin baik hasil yang diperoleh.

$$MAE(i,j) = \frac{1}{N^2} \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N |x_p(k,l) - x_{p-1}(k+i,l+j)|$$

III. ANALISI PERFORMANI SISTEM

1. Spesifikasi Perangkat Keras

Personal Computer dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Prosesor : PIV 2 GHz,
- Memori : RAM 256 MB
- Harddisk >40 GB

2. Spesifikasi Perangkat Lunak

Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Matlab 6.5, Sistem Operasi Windows XP.

3. Kompresi Intra Frame

Pengujian dilakukan dilakukan dengan proses kompresi dapat dilihat pada proses blok per blok setiap frame.

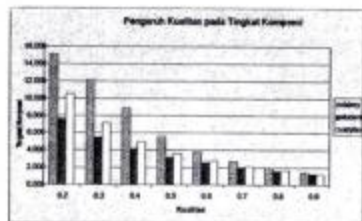
4. Kualitas

Faktor kualitas berpengaruh pada jumlah bit yang digunakan atau dikirimkan untuk merepresentasikan gambar ke penerima atau decoder.



Gambar 4.1 Kompresi Intraframe dengan variasi tingkat kualitas

Semakin besar faktor kualitas akan semakin banyak jumlah bit yang diperlukan, sehingga akan semakin kecil tingkat kompresinya. Gambar 4.1 memberikan informasi semakin kecil faktor kualitas, maka akan semakin jelek gambar rekonstruksi yang diperoleh. Dan untuk nilai faktor kualitas dari 0.7 sampai dengan 0.9, gambar masih terlihat bagus.



Gambar 4.2. Pengaruh kualitas pada tingkat kompresi

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa semakin besar factor kualitas, maka akan semakin kecil tingkat kompresi yang dicapai.

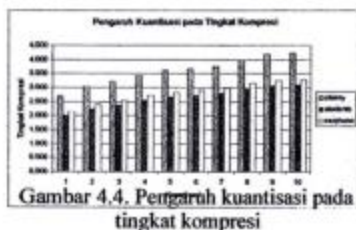
5. Kuantisasi

Proses kuantisasi dilakukan dengan cara membagi nilai hasil DCT dengan bilangan Quantum. Sehingga jumlah bit maksimum yang diperlukan untuk mengkodekan nilai koefisien akan bervariasi untuk nilai Quantum yang berbeda. Pengaruh pembagian dengan Quantum ini menyebabkan pengurangan jumlah bit sebesar 1-2 bit setiap koefisien dan penambahan bit sebesar 3 bit untuk setiap frame. Penambahan jumlah bit sebesar 3 bit digunakan untuk mengkodekan parameter Q.

Pengurangan jumlah bit per koefisien sangat signifikan mengingat bahwa jumlah bit tersebut dikalikan jumlah koefisien per blok dan jumlah blok per frame. Pengurangan jumlah bit tersebut ternyata tidak besar pengaruhnya terhadap kualitas dari gambar decodernya. Gambar 4.3. memberikan informasi bahwa perubahan factor kuantisasi memberikan hasil decoder dengan kualitas yang cukup bagus.

Sedangkan dari hasil pengujian pada gambar 4.4. menunjukkan bahwa faktor kuantisasi memberikan dampak pada tingkat kompresi, dimana semakin besar nilai Quantum akan semakin besar tingkat kompresinya. Hal ini disebabkan jumlah bit yang diperlukan untuk mengkodekan koefisien semakin sedikit.

Dari gambar 4.4 juga diperoleh informasi bahwa untuk gambar monokrom dalam hal ini gambar 'clairey' memberikan tingkat kompresi yang lebih besar dibandingkan gambar berwarna 'students' dan 'carphone'.



6. Jumlah Koefisien

Jumlah koefisien DCT yang digunakan atau yang dikirimkan ke penerima atau decoder berpengaruh pada tingkat kompresi yang dicapai. Semakin banyak jumlah koefisien yang digunakan dalam setiap blok, maka semakin kecil tingkat kompresinya. Untuk blok dengan ukuran 8×8 , maka maksimum jumlah koefisien yang digunakan adalah 64. Mengingat bahwa informasi yang ada di dalam sebuah gambar, dominan berada pada frekuensi rendah, dan untuk frekuensi tinggi mempunyai nilai yang cukup kecil, maka pengambilan jumlah koefisien dapat

dikurangi. Pengurangan ini dapat bervariasi, tetapi akan berpengaruh pada tingkat kualitas yang diperoleh. Tabel 4.1. menunjukkan pengaruh jumlah koefisien terhadap rasio kompresi.

Sedangkan distribusi koefisien DCT seperti yang ditunjukkan dalam tabel 4.2, memberikan informasi bahwa informasi domain berada didalam daerah frekuensi rendah, yang dinyatakan dengan koefisien DCT pada komponen DC yang mempunyai nilai yang besar, sedangkan pada frekuensi tinggi terdapat informasi yang cukup kecil, hal ini ditandai dengan nilai koefisien DCT pada komponen AC mempunyai nilai yang kecil. Dan table 4.2 tersebut juga memberikan informasi bahwa dari proses kuantisasi terdapat beberapa koefisien yang bernilai nol, sehingga proses coding dilakukan tanpa mengikut sertakan nilai nol. Dengan demikian diharapkan memberikan kontribusi terhadap rasio kompresi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari pengujian yang dilakukan pada sistem kompresi video ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut : tingkat kompresi video yang dapat dicapai adalah 11.560 - 14.178 untuk video monokrom dan 6.433 - 12.021 untuk video berwarna dengan faktor kualitas 0.7 - 0.9. Bit rate video hasil kompresi sistem ini dengan laju frame = 15 fps dan faktor kualitas 0.7 - 0.9 adalah 46.153 - 68.896 kbps untuk video monokrom dan 143.072 - 226.943 kbps untuk video berwarna. Waktu yang diperlukan untuk kompresi dan dekompresi sinyal video dengan 30 frame rata-rata adalah 60.858 detik untuk video monokrom dan 82.664 detik untuk video berwarna. Kualitas dari video yang dapat

dicapai dengan decoder sistem kompresi ini adalah dengan parameter subyektif, MOS = 4.233 untuk 'clairey', 4.433 untuk 'students', dan 4.655 untuk 'carphone'.

4.2. Saran

Pengembangan dapat dilakukan pada thesis ini antara lain adalah diimplementasikan dengan perangkat lunak yang dapat dieksekusi secara mandiri (*stand alone*), dioptimalisasi dalam hal coding algoritma sehingga menghasilkan *running time* yang lebih baik, dikembangkan dengan algoritma yang lain dan dengan transformasi yang menawarkan rasio kompresi dan kualitas yang lebih baik dan implementasi sistem kompresi ini dengan perangkat keras dalam bentuk *card* yang dapat dipasang di board PC untuk aplikasi video conference ataupun video phone.

V. DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Fadzil, T.J. Dennis, *A hierarchical motion estimator for interframe coding* IEE Electronics Division Colloquium on 'Applications of Motion Compensation' on Monday, 8 October 1990 Digest No. 1990/128

Ali N. Akansu, Jung Hui Chien, M.S. Kadur *Lossless compression of block motion information in motion compensated video coding* Proceedings of the International Society for Optical Engineering (SPIE), Vol. 1199, p 30 - 38, 1989 ISBN: 0-8194-0238-9

M. Bierling, *Displacement estimation by hierarchical block matching* Visual Communications and Image Processing,

Carl D. Bowling, Richard A. Jones, *Motion compensated image coding with a combined maximum a posteriori and regression algorithm* IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-33, No. 8, p 844 - 857, August 1985

Eric Chan, Arturo A. Rodriguez, Rakeshkumar Ghandi, Sethuraman Panchanathan, *Experiments on block-matching techniques for video coding* Multimedia Systems, Volume 2, Number 5, p 228 - 241, December 1994

T.C. Chen, Kou-Hu Tzou, P.E. Fleischer *A hierarchical HDTV coding system using a DCPM-PCM approach* Visual Communications and Image Processing 88, Proceedings of the SPIE, Volume 1001, part 2, p 804 - 811

Woo Young CHOI, Rae-Hong PARK *Motion vector coding with conditional transmission* Signal Processing, Vol. 18, No. 3, November 1989

David A. COOK *A history of narrative film* 2nd Edition, p2 W.W. Norton & Company Inc. New York, 1990 ISBN: 0-393-95553-2

Vincenzo DEL RE, Giovanni ZARONE *A modified 2D-logarithmic search procedure for a motion compensation and presegmented predictive coding* Signal Processing V : Theories and Applications, Proceedings of EUSIPCO-90, Fifth European

- Peter N. H. DE WITH *A simple recursive motion estimation technique for compression of HDTV signals* 4th International Conference on Image Processing and its Applications, Maastricht, Netherlands, 7-9 April 1992 Published by Institution of Electrical Engineers (IEE), London ISBN 0 85296 543 5, ISSN 0537-9989
- T.M.E. Frost, C.J Theaker, *Moving object detection and motion estimation* IEE Electronics Division Colloquium on 'Applications of Motion Compensation' on Monday, 8 October 1990 Digest No. 1990/128
- Chiou-Shann FUH, Petros MARAGOS *Motion displacement estimation using an affine model for image matching* Optical Engineering, Vol. 30, No.7, p 881 - 886, July 1991
- Gerken. D Adolph, *Improved motion-compensating prediction with rotational block matching* Third International Conference on Image Processing and its Applications, Warwick, UK, 18-20 July 1989. p 290 - 294 London: IEE, Conf. Publ. No.307
- M. Ghanbari, *The cross-search algorithm for motion estimation* IEEE Transactions on Communications, Volume 38, No 7, p.950-953, July 1990
- Michael Gilge, *A high quality videophone coder using hierarchical motion estimation and structure coding of the prediction error* Visual Communications and Image Processing 88, Proceedings of the SPIE, Volume 1001, part 2, p 864 - 874
- C.H. Hsieh, P.C. LU, J.S. Shyn, E.H. LU *Motion estimation algorithm using interlock correlation* Electronics Letters, Vol. 26, No. 5, p 276 - 277, 1 March 1990
- D.A. Huffman *A method for the construction of minimum redundancy codes.* Proc. IRE 40, p 1098 - 1101, 1952
- Jaswant R. Jain, Anil K. Jain *Displacement measurement and its application in interframe image coding* IEEE Transactions on Communications, Volume COM-29, Number 12, p 1799 - 1808, December 1981