معايير ضغط الصورة

محاضرة 9

- شهدت السنوات الأخيرة انفجارًا في توافر الصور الرقمية، بسبب الزيادة في أعداد أجهزة التصوير الرقمي مثل الهواتف الذكية وكاميرات الويب والكاميرات الرقمية والماسحات الضوئية.

- أدت الحاجة إلى معالجة الصور وتخزينها بكفاءة في شكل رقمي إلى تطوير العديد من معايير ضغط الصورة لمختلف التطبيقات والاحتياجات.

The JPEG Standard

- JPEG هو معيار لضغط الصور طوره فريق خبراء التصوير المشترك.
- تتكون JPEG من عدد من الخطوات، كل منها يساهم في الضغط.

- يتكون تشفير JPEG من الخطوات الرئيسية التالية:
- حوّل RGB إلى YCbCr ولون العينة الفرعية.
- قم بأداء DCT على كتل الصور
- تطبيق الكمّيّة
- قم بأداء طلب Zigzag والتشفير بطول التشفير
- قم بترميز Entropy.

DCT on Image Blocks

- كل صورة مقسمة إلى 8 × 8 كتل. يتم تطبيق DCT ثنائي الأبعاد (Eq. 8,17) على كل صورة كتلة f (i, j)، مع كون المخرج هو معاملات DCT F (u, v) لكل كتلة.
- إن اختيار حجم الكتلة الصغيرة في JPEG هو حل وسط توصلت إليه اللجنة: رقم أكبر من 8 كان سيجعل الدقة عند الترددات المنخفضة أفضل، لكن استخدام 8 يجعل حساب DCT و (IDCT) سريعًا جدًا.

Quantization

- تهدف خطوة Quantization في JPEG إلى تقليل العدد الإجمالي للبتات اللازمة لصورة مضغوطة [3]. يتكون ببساطة من تقسيم كل مدخل في كتلة معامل DCT على عدد صحيح، ثم التقريب

$$\hat{F}(u, v) = \text{round}\left(\frac{F(u, v)}{Q(u, v)}\right)$$

هنا (F (u ،v يمثل معامل DCT ،Q (u ،v) هو مدخل مصفوفة الكم، و (F (u ،v ^ يمثل معامل DCT الكمي الذي ستستخدمه JPEG في ترميز الإنتروبيا التالي.

Zigzag Ordering:

ترتيب Zigzag هو تقنية تستخدم لتحويل مجموعة ثنائية الأبعاد من قيم البكسل إلى مصفوفة أحادية البعد. تساعد إعادة الترتيب هذه في ترميز البيانات بكفاءة، خاصة لضغط تحويل جيب التمام المنفصل (DCT)

- نظرًا لكتلة من قيم البكسل (عادةً 8 x 8 كتلة في JPEG) :

1 2 6 7 15 16 28 29

3 5 8 14 17 27 30 43

4 9 13 18 26 31 42 44

10 12 19 25 32 41 45 54

11 20 24 33 40 46 53 55

21 23 34 39 47 52 56 61

22 35 38 48 51 57 60 62

36 37 49 50 58 59 63 64

1 2 3 4 5 6 7 8

9 10 11 12 13 14 15 16

17 18 19 20 21 22 23 24

25 26 27 28 29 30 31 32

33 34 35 36 37 38 39 40

41 42 43 44 45 46 47 48

49 50 51 52 53 54 55 56

57 58 59 60 61 62 63 64

- **Run-Length Encoding (RLE):**
  - هو شكل بسيط من ضغط البيانات بدون فقدان حيث يتم تخزين تسلسلات من نفس قيمة البيانات كقيمة بيانات واحدة وعد. غالبًا ما يتم استخدامه بعد طلب متعرج لضغط المصفوفة الناتجة.
  - على سبيل المثال، في المصفوفة المتعرجة المرتبة أعلاه، قد يكون لدينا:
  - 1 2 9 17 10 3 4 11 18 25 33 26 19 12 5 6 13 20 27 34 41 49 42 35 28 21 14 7 8 15 22 29 36 43 50 57 58 51 44 37 30 23 16 24 31 38 45 52 59 60 53 46 39 32 40 47 54 61 62 55 48 56 63 64
  - وبعد تطبيق RLE، قد يصبح:
  - (1,1) (2,1) (9,1) (17,1) (10,1) (3,1) (4,1) (11,1) (18,1) (25,1) (33,1) (26,1) (19,1) (12,1) (5,1) (6,1) (13,1) (20,1) (27,1) (34,1) (41,1) (49,1) (42,1) (35,1) (28,1) (21,1) (14,1) (7,1) (8,1) (15,1) (22,1) (29,1) (36,1) (43,1) (50,1) (57,1) (58,1) (51,1) (44,1) (37,1) (30,1) (23,1) (16,1) (24,1) (31,1) (38,1) (45,1) (52,1) (59,1) (60,1) (53,1) (46,1) (39,1) (32,1) (40,1) (47,1) (54,1) (61,1) (62,1) (55,1) (48,1) (56,1) (63,1) (64,1)
  - كل صف تمثل قيمة وعددها. اذاً (1,1) تعني أن القيمة 1 تحدث مرة واحدة، (2,1) تعني أن القيمة 2 تحدث مرة واحدة، وهكذا.

- **Huffman Coding and Entropy coding:**
  - بعد RLE، يتم ترميز بيانات المعامل باستخدام ترميز هوفمان.
  - ترميز هوفمان هو نوع محدد من تقنية ترميز الإنتروبيا
  - يعين رموز متغيرة الطول لرموز مختلفة (في هذه الحالة، قيم المعامل الكمي) بناءً على احتمالات حدوثها. تُستمد رموز هوفمان للمعاملات الكمية من تواتر حدوث كل قيمة في بيانات الصورة. المعاملات التي تحدث بشكل متكرر يتم تعيين رموز هوفمان أقصر، مما يؤدي إلى ضغط أكثر كفاءة

- أخيرًا، تتم كتابة البيانات المشفرة بهوفمان إلى ملف الإخراج أو إرسالها عبر الشبكة. يمكن بعد ذلك فك ضغط هذه البيانات المضغوطة باستخدام العملية العكسية، بدءًا من فك تشفير هوفمان، والمسح المتعرج العكسي، وإلغاء التشكيل، وعكس DCT لإعادة بناء الصورة الأصلية.
- يعد ترميز الإنتروبي، وخاصة ترميز هوفمان، أمرًا بالغ الأهمية لتحقيق نسب ضغط عالية في JPEG دون فقدان كبير لجودة الصورة. يستغل الخصائص الإحصائية لبيانات الصورة لتمثيلها بشكل أكثر كفاءة، مما يؤدي إلى أحجام ملفات أصغر مع الحفاظ على الدقة البصرية إلى حد ما.

ما هما نوعان من ضغط الصورة ؟

- عادة ما تندرج الأساليب المستخدمة لضغط ملفات الصور في واحدة من فئتين: lossy و lossless. يقلل ضغط lossy من حجم ملف الصورة عن طريق إزالة المعلومات الأقل أهمية بشكل دائم، وخاصة البيانات الزائدة عن الحاجة.

- يمكن أن يؤدي ضغط lossy إلى تقليل حجم الملف بشكل كبير، ولكنه يمكن أن يقلل أيضًا من جودة الصورة إلى حد التشويه، خاصةً إذا كانت الصورة مضغوطة بشكل مفرط. ومع ذلك، يمكن الحفاظ على الجودة عند تطبيق الضغط بعناية.

- المثال الأكثر شيوعًا للضغط lossy هو JPEG

- يشار إلى النهج الآخر لضغط الصورة على أنه lossless. تطبق هذه الطريقة الضغط دون إزالة البيانات الحرجة أو تقليل جودة الصورة وتؤدي إلى صورة مضغوطة يمكن استعادتها إلى حالتها الأصلية دون تحلل أو تشويه.

- يتم استخدام الضغط lossless بشكل عام في الحالات التي تكون فيها جودة الصورة أكثر أهمية من مساحة القرص أو أداء الشبكة

- أحد التنسيقات الأكثر شيوعًا للضغط lossless هو PNG