Information Compression

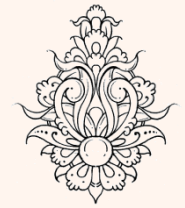
معرفی

فشرده‌سازی اطلاعات
۴۰-۱۰-۷۰۲-۰۱

دانشگاه شهید بهشتی
پژوهشکده‌ی فضای مجازی
زمستان ۱۳۹۷
احمد محمودی ازناوه

فهرست مطالب

- دیباچه
- فشرده‌سازی و ضرورت فشرده‌سازی
  - مثال
  - معیارهای ارزیابی فشرده‌سازی
- هدف درس، معرفی منابع و پیش‌نیازها
- سرفصل پیشنهادی
- چند تذکر
- بارم‌بندی
- موضوعات پیشنهادی پروژه



دیباچه

- فنآوری چندرسانه‌ای نقش پررنگی در زندگی روزمره‌ی ما دارد.
- «**فشرده‌سازی**» یکی از نیازهای انکارناپذیر در این حوزه است.
- ذخیره و ارسال متون، تصاویر، دنباله‌های ویدئویی بدون استفاده از الگوریتم‌های فشرده‌سازی امکان‌پذیر نیست.

The moving finger writes, and having writ,
moves on; not all thy piety nor wit,
shall lure it back to cancel half a line,
nor all thy tears wash out a word of it.
(The Rubaiyat of Omar Khayyam)

فشرده‌سازی در کاربردهای مختلف

- ماشین‌های فاکس
- دوربین‌های دیجیتال
- تلویزیون‌های دیجیتال
- صفحات وب
- کنفرانس‌های ویدئویی
- پیام‌های چندرسانه‌ای
  - انتقال فایل در شبکه‌های اجتماعی
- ...

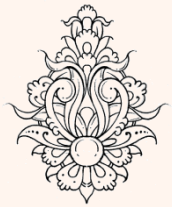
فشرده‌سازی

- در علوم کامپیوتر و نظریه اطلاعات، «فشرده‌سازی داده‌ها» یا کد کردن داده‌ها، در واقع فرایند کدگذاری اطلاعات با استفاده از تعداد بیت‌هایی (یا واحدهای دیگر حامل داده) کم‌تر از آنچه یک مثال کدگذاری نشده از همان اطلاعات استفاده می‌کند و با به کار گرفتن روش‌های رمزگذاری ویژه‌ای است.

data compression

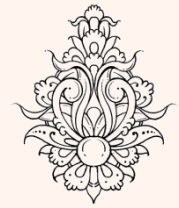
bit-rate reduction

source coding



ضرورت فشرده‌سازی

- ویدئو طیف خاکستری (عمق رنگ ۱ بایت) با وضوح ۴۸۰×۶۴۰، ۲۴ فریم بر ثانیه
  - هر فریم: ۳۰۷٫۲ کیلوبایت
  - در هر ثانیه: ۷٫۳۷ مگابایت
  - در هر دقیقه: ۴۴۲ مگابایت
  - در یک ساعت: ۲۶٫۵ گیگابایت
- در صورتی که ویدئو رنگی باشد، حجم یک ساعت معادل ۷۹٫۵ گیگابایت خواهد بود.

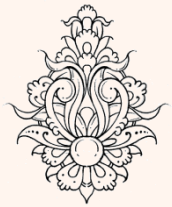


ضرورت فشرده‌سازی

- سیگنال‌های ویدیویی HDTV

$$\left(\frac{720\times1280\ \text{pixels}}{\text{frame}}\right)\left(\frac{60\ \text{frames}}{\text{second}}\right)\left(\frac{3\ \text{colors}}{\text{pixel}}\right)\left(\frac{8\ \text{bits}}{\text{color}}\right)=1.3Gb/s$$

- پهنای باند 20Mb/s
- فشرده‌سازی به نسبت یک به هفتاد



4416 ×3312
Raw, 42 MB
فشرده‌سازی

4416 ×3312
JPG(Q≈95), 3.4 MB

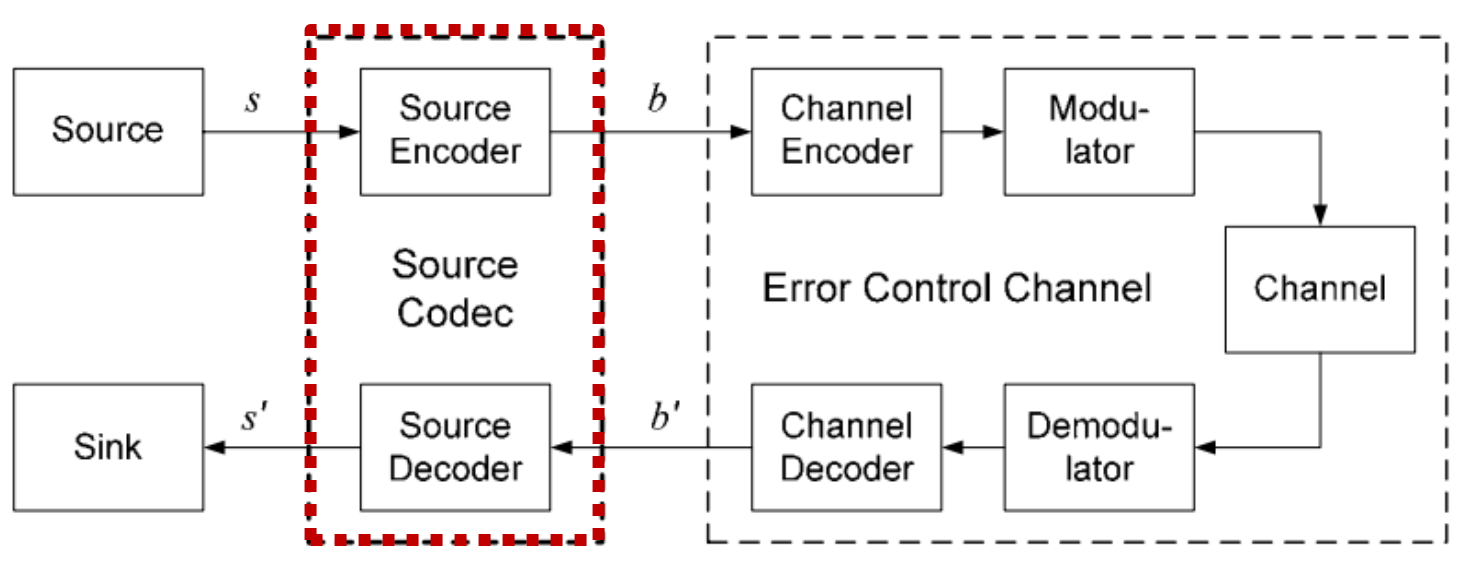
4416 ×3312
JPG(Q=70), 1.2 MB

4416 ×3312
JPG(Q=30), 637 KB

4416 ×3312
JPG(Q=5), 299 KB

سیستم انتقال(ذخیره‌سازی) داده

- سناریوی یک سیستم انتقال اطلاعات در شکل زیر دیده می‌شود:



source encoder

source decoder

source codec

داده‌ها چگونه فشرده می‌شوند؟

Lossless Compression

- افزونگی(statistical redaunancy)
  - نمادهای پرتکرار
  - الگوهای موجود
- خطای قابل پذیرش
  - حذف داده‌هایی که توسط حواس بشری قابل ادراک نیستند.
    - وضوح بیشتر از میزان قابل مشاهده لزومی ندارد.
    - تنها نواحی مورد نظر ذخیره شوند(تصاویر پزشکی)

Lossy Compression

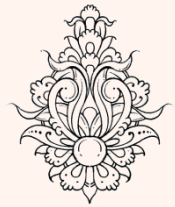
کارایی الگوریتم‌های فشرده‌سازی

- پیچیدگی زمانی، مکانی و میزان فشرده‌سازی از مهمترین عوامل در ارزیابی یک الگوریتم فشرده‌سازی است.
- «نسبت فشرده‌سازی» و «نرخ فشرده‌سازی» از مهمترین معیارهای فشرده‌سازی است.

Compression ratio

Compression rate

  - مثال: تصویر ۲۵۶×۲۵۶ طیف خاکستری:
    - ۶۵۵۳۶ بایت(بدون فشرده‌سازی)
    - در صورتی که بعد از فشرده‌سازی ۱۶۳۸۴ بایت احتیاج داشته باشد، نسبت فشرده‌سازی ۴:۱ (۷۵٪) است، نرخ فشرده‌سازی ۲ bpp است.



کارایی الگوریتم‌های فشرده‌سازی(ادامه...)

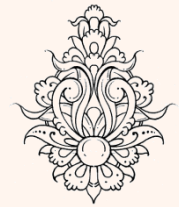
- در فشرده‌سازی بی‌اتلاف، داده‌ی فشرده‌شده با داده‌ی اصلی تفاوت دارد. در این حالت میزان «تخریب» نیز باید اندازه‌گیری شود.

Distortion

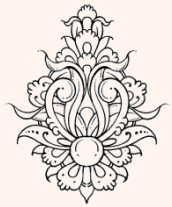
- برای اندازه‌گیری میزان تخریب، مهمترین معیار «سیستم ادارکی انسان» است.
- واژه‌های دیگری برای بیان تفاوت سیگنال اصلی و سیگنال فشرده‌شده به کار می‌روند، «کیفیت» و «همان‌دهی» می‌باشند.

Quality

Fidelity

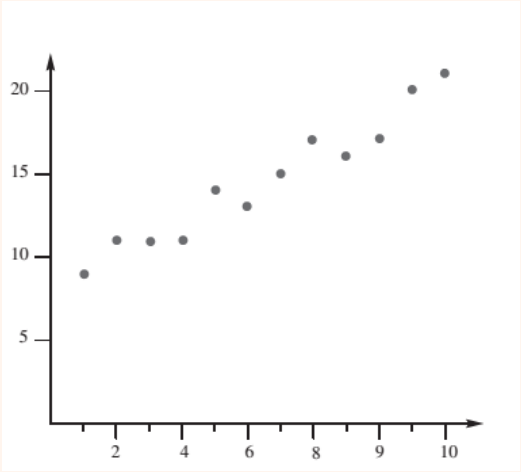


- نیازمندی‌های فشرده‌سازی بسته به نوع داده‌ی مورد نظر دارد، اما معمولا شامل دو گام اساسی است:
  - مدل‌سازی
  - کدگذاری



مثال

9	11	11	11	14	13	15	17	16	17	20	21



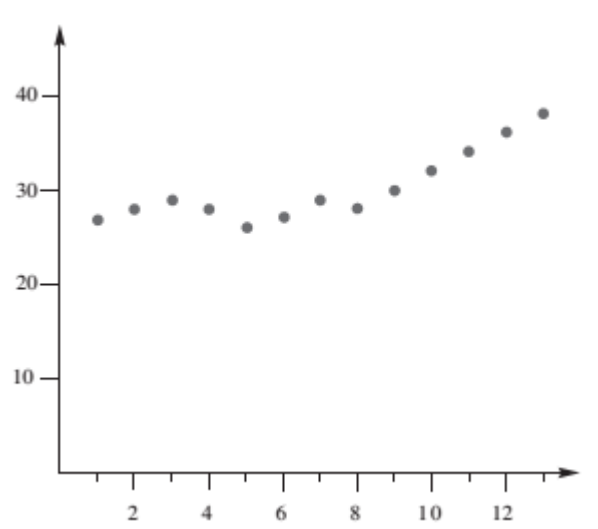
$$\hat{x}_n = n + 8 \qquad n = 1, 2, \ldots$$

تنها کافیست که خطای این رابطه ذخیره شود:

$$e_n = x_n - \hat{x}_n$$

مثال

27	28	29	28	26	27	29	28	30	32	34	36	38

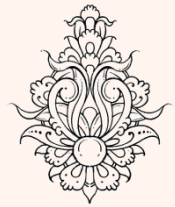


پیش‌بینی داده از روی نمونه‌ها قبلی:

27	1	1	-1	-2	1	2	-1	2	2	2	2	2

استانداردسازی در حوزه‌ی چندرسانه‌ای

- سازمان‌های زیر در زمینه‌ی استانداردسازی چندرسانه‌ای فعال هستند:
  - International Standards Organization (ISO)
  - International Electrotechnical Commission (IEC)
  - International Telecommunications Union (ITU)
  - ISO و IEC گروه‌های صنعتی هستند.
  - ITU وابسته به سازمان ملل متحد است.
  - بسیاری از استانداردهای موجود حاصل همکاری مشترک این سازمان‌هاست.



هدف درس

دروس اصلی (۲۳ واحد)

	عنوان درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز
			جمع	نظری	عملی	
۱	پویانمایی و پویانمایی سه بعدی	۳	۴۸	۴۸	—	سیستمهای چندرسانه ای
۲	فشرده سازی اطلاعات	۳	۴۸	۴۸	—	—
۳	گرافیک کامپیوتری پیشرفته	۳	۴۸	۴۸	—	گرافیک کامپیوتری ۱
۴	طراحی واسط کاربر	۳	۴۸	۴۸	—	مهندسی نرم افزار ۲
۵	مدیریت توسعهٔ نرم افزار	۳	۴۸	۴۸	—	مهندسی نرم افزار ۱ و ۲

هدف درس:

اهـــداف درس: هدف این درس، آشنایی دانشجویان با تکنیکها و الگوریتمهای فشرده‌سازی اطلاعات است. دانشـجویان در این درس قادر خواهند بود تا با استفاده از تکنیکها و الگوریتمهای مطرح شده، داده هـا و اطلاعـات اعم از متنی و تصویری را فشرده کنند تا قابل انتقال در کانالهای با ظرفیت محدود و دیگر کاربردها باشند.

تعریف و اهداف گرایش:

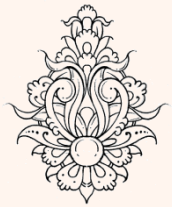
دوره کارشناسـی ارشد مهندسی "فنّاوری اطلاعات" یکی از مجموعه‌های آموزش عالی در زمینه فنی مهندسی است و هـدف ایـن گـرایش، تربیت متخصصانی با قابلیت شناسایی نیاز برای سیستمهای چندرسانه ای در انواع سیستم های نـرم افـزاری و اطلاعاتی و نیز قابلیت طراحی و مدیریت ایجاد سیستمهای چندرسانه ای مؤثر و کارا با تکیه بر عوامل روانشناختی، اجتماعی و زیباشناسی می باشد.

مهارت‌های دانش‌آموختگان:

دانـش آموخـتگان ایـن رشـته قـادر خواهند بود بعنوان کارشناس ارشد راه حل هایی کاربردی در زمینهٔ تهیه، بهینه سـازی، بهـبود و بسترسـازی سیستمهای چندرسانه ای ارائه دهند. آنها قادرند با توجه به آموخته های خود با رعایت تمامی جوانب علمی، فنی و با توجه به نیازهای جامعه راه حل های بهینه را انتخاب کرده، آنها را به نتیجه برسانند.

پیش‌نیازها

- برنامه‌نویسی(Matlab)، سیگنال و سیستم
- همچنین آشنایی مقدماتی با پردازش سیگنال‌هایی رقمی(DSP)، پردازش تصویر و صوت مفید است.



سرفصل

- مروری بر نظریه اطلاعات
  - روش‌های کدگذاری
- فشرده‌سازی متن
  - روش‌های مبتنی بر لغت‌نامه
  - روش‌های مبتنی بر محتوا
- فشرده‌سازی تصویر
  - فشرده‌سازی در دامنه‌ی مکانی/فشرده‌سازی بدون‌اتلاف
  - فشرده‌سازی در دامنه‌ی تبدیل
    - آشنایی با فضای تبدیل
  - روش‌های ارزیابی کیفیت تصویر
- فشرده‌سازی ویدئو
  - روش‌های ارزیابی کیفیت ویدئو
- فشرده‌سازی صوت
- کاربردهای مرتبط با فشرده‌سازی

سرفصل پوشش داده شده در ترم پیش

سرفصل فشرده‌سازی اطلاعات

ردیف	مباحث مطرح شده	تعداد جلسات
۱	معرفی درس، اهداف و منابع	۱,۵
۲	تئوری اطلاعات و کدگذاری بدون اتلاف	۴
۳	روش‌های متنی بر واژه‌نامه	۲
۴	روش‌های متنی بر محتوا	۳
۵	فشرده‌سازی تصویر در دامنه‌ی مکان	۳
۶	مقدمات ریاضی- آشنایی با تبدیل‌ها	۲
۷	تبدیل فوریه	۲
۸	تبدیل فوریه در پردازش تصویر	۴
۹	تبدیل کسینوسی گسسته و JPG	۲
۱۰	تبدیل موجک گسسته و JPG2K	۱
۱۱	فشرده‌سازی ویدئو(MPEG2)	۱

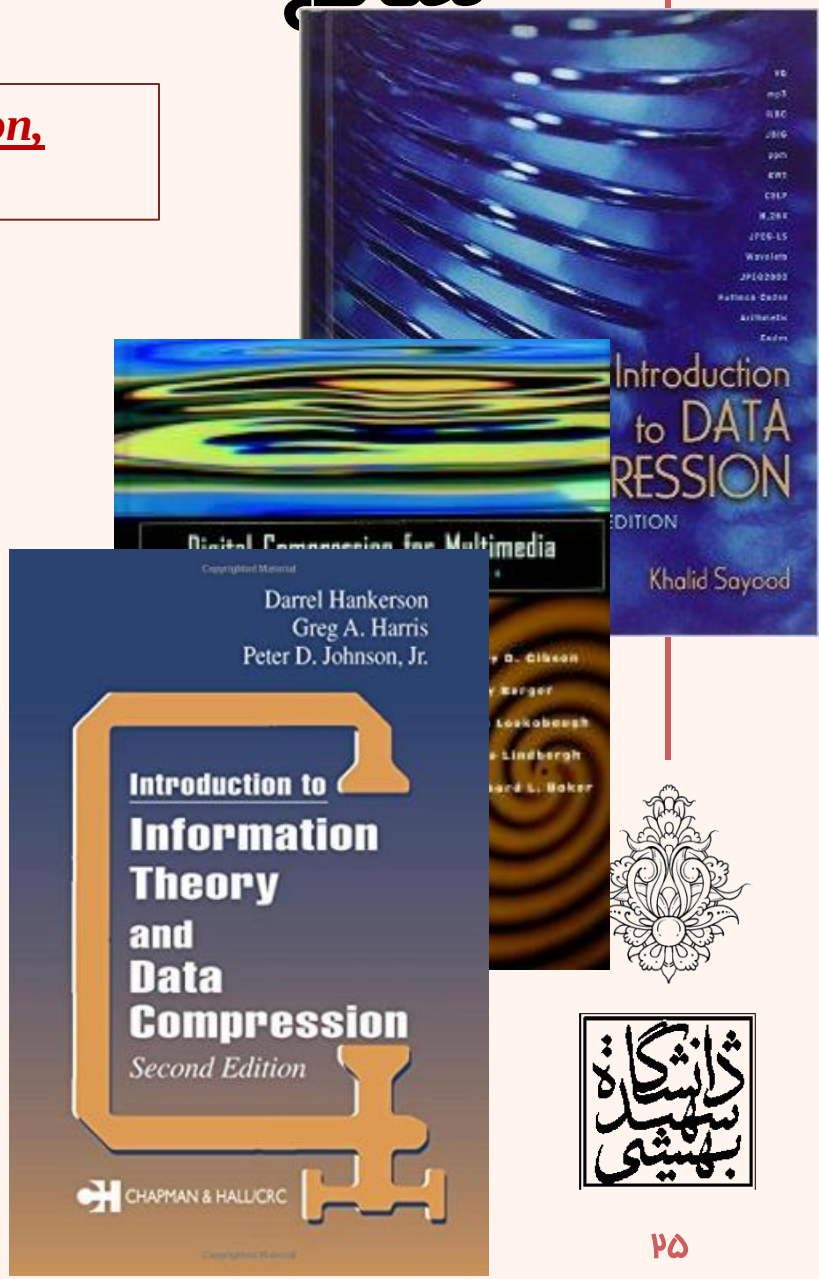
منابع

http://datacompression.unl.edu/

Sayood, K. (2012). Introduction to Data Compression, Morgan Kaufmann.

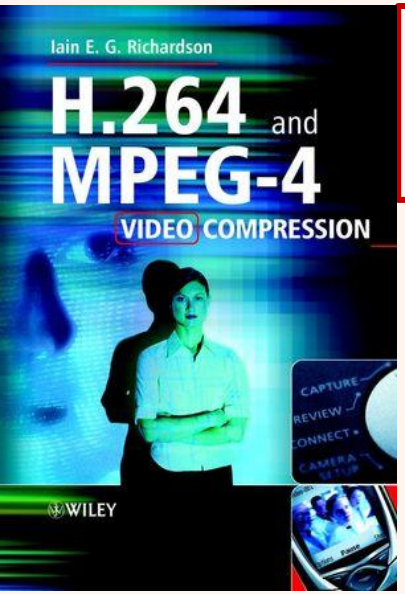
Gibson, J. D. (1998). Digital Compression for Multimedia: Principles and Standards, Morgan Kaufmann Publishers.

Johnson, P. D., G. A. Harris and D. C. Hankerson (2003). Introduction to Information Theory and Data Compression, Second Edition, CRC Press.

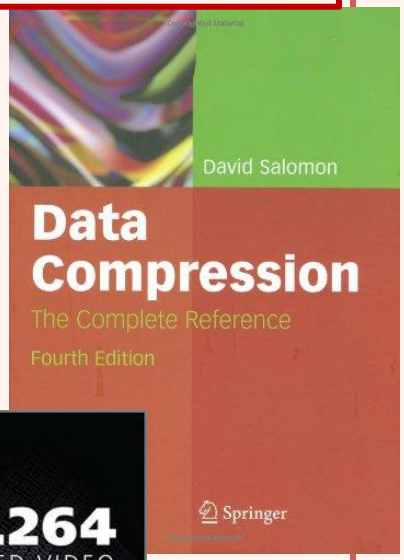


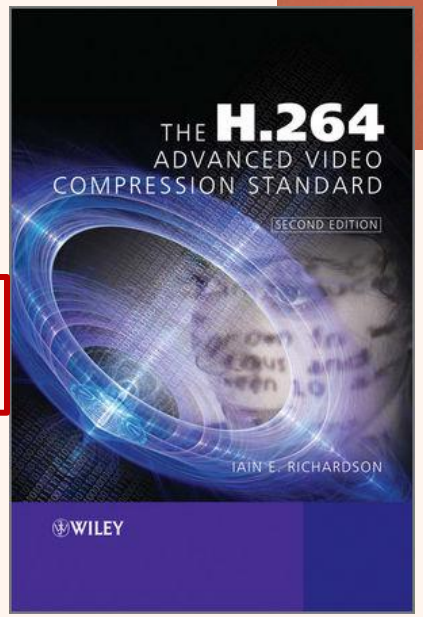
سایر منابع

Salomon, D. (2012). Data Compression: The Complete Reference, Springer Berlin Heidelberg.



Richardson, I. E. (2004). H.264 and MPEG-4 Video Compression: Video Coding for Next-generation Multimedia, Wiley.

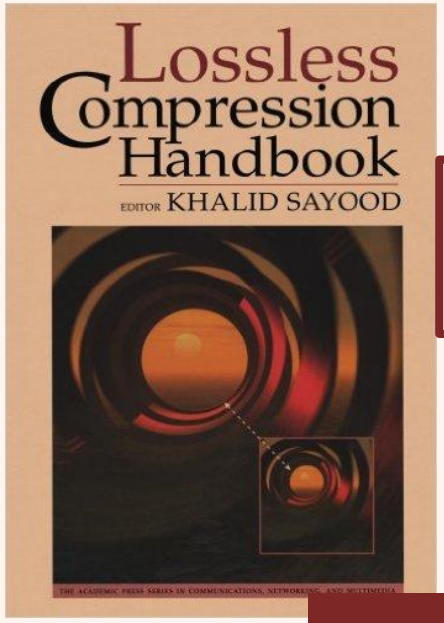




Richardson, I. E. (2011). The H.264 Advanced Video Compression Standard, Wiley.

سایر منابع

Wiegand, T. and H. Schwarz (2011). "Source Coding: Part I of Fundamentals of Source and Video Coding." **Foundations and Trends®** in Signal Processing 4(1–2): 1-222.



Sayood, K. (2002). Lossless Compression Handbook, Elsevier Science.

در تهیه‌ی اسلایدهای این درس از منابع online نظیر اسلایدهای سایر دانشگاه‌ها استفاده شده است که در این صورت، لینک آن ذکر خواهد شد.

چند تذکر

- در صورتی که در رابطه با مطلبی، ایمیل می‌زنید، لطفا در پایان ایمیل نام خود را هم بنویسید، به ویژه اگر از نام مستعار برای شناسه‌ی ایمیل خود استفاده می‌کنید.
- ابتدای موضوع (subject) ایمیل با **IC97:** شروع شود.
- یکی از مهمترین مواردی که رعایت آن بر عهده‌ی ماست، رعایت «اخلاق آکادمیک» است. کپی کردن تکالیف، استفاده از مطلبی بدون ذکر منبع و هم‌فکری در امتحان از موارد بارز تخلف محسوب می‌شود.
- از نوشتن به صورت فینگیلیش بپرهیزید.

از همکاری شما پیشاپیش سپاسگزارم!

- **گروه درس؟؟**

sbu-ic-97@googlegroups.com

- **صفحه درس:**

http://faculties.sbu.ac.ir/~a_mahmoudi/IC_97_2.htm

- **دستیاران (TAs): خانم‌ها عبدالصالحی و صالحی**

بارم‌بندی

• پروژه	٪۵-۱۰
• کوییزها	٪۵-۱۰
• تکالیف	٪۵-۱۵
• نمره‌ی کتبی	٪۵۰-۷۰
• فعالیت کلاسی	٪۵

- **عدم تحویل تکالیف منجر به دریافت نمره‌ی منفی خواهد شد**
- در طول ترم، در مورد مباحث مطرح شده، ارائه‌ی کاربرد یا یک نمونه‌ی بهبود یافته به صورت مختصر به عنوان فعالیت پژوهشی مورد نظر است.
- در مورد موضوع پروژه، توصیه می‌شود با توجه به زمینه‌ی کاری موضوع خود را انتخاب کنید.
- مهلت تکمیل فرم پیشنهاد موضوع تا پایان ۱۵ اسفندماه است.
- پروژه‌ی نهایی به صورت کتبی تحویل داده و پس از آن در زمان تعیین شده به صورت شفاهی هم ارائه خواهد شد.
- لازم است گزارش پروژه در قالب یک مقاله نوشته شود. ترجمه قابل پذیرش نیست.

موضوعات پژوهشی

- کدگذاری سه‌بعدی
- کدگذاری مقیاس‌پذیر(SVC)
- کدگذاری ویدئوی چنددیدگاهی(MVC)
- روش‌های تشخیص دوربین عکاسی
- نهان‌نگاری/نهان‌کاوی در حوزه‌ی فشرده
- واترمارکینگ در حوزه‌ی فشرده
- تحلیل کیفیت ویدئو در حوزه‌ی فشرده
- تشخیص تعداد دفعات فشرده‌سازی
  - روش‌های تخمین میزان فشرده‌سازی