

فشرده‌سازی اطلاعات

۰۱-۰۰۲-۱۰-۱۴۰

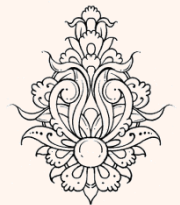
معرفی



دانشگاه شهید بهشتی
پژوهشکده‌ی فضای مجازی
زمستان ۱۴۰۱
احمد محمودی ازناوه

فهرست مطالب

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

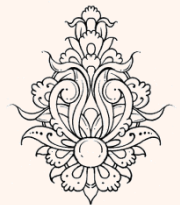


دیباچه

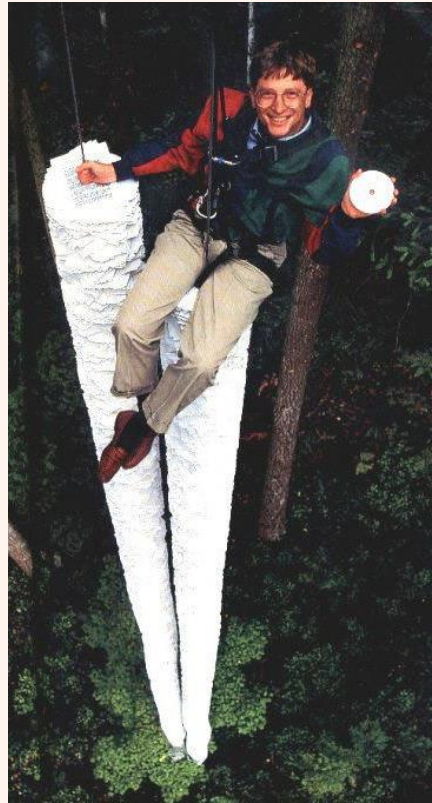
- فناوری چندرسانه‌ای نقش پررنگی در زندگی روزمره‌ی ما دارد. با گسترش فناوری‌های هوشمند و توسعه مفهوم «متاورس» این نقش آفرینی پررنگ‌تر خواهد شد.
 - «فشرده‌سازی» یکی از نیازهای انکارناپذیر در این حوزه است.
 - ذخیره و ارسال متون، تصاویر، دنباله‌های ویدئویی بدون استفاده از الگوریتم‌های فشرده‌سازی امکان‌پذیر نیست.
- البته باید توجه داشت که فشرده‌سازی اطلاعات محدود محتوای چندرسانه‌ای نمی‌شود.

بر لوح نشان بودنی با بوده است
سوسه قلم ز نیک و بد فرسوده است
در روز ازل هر آن چه بایست بداد
چشم خوردن و گوشیدن بایسوده است

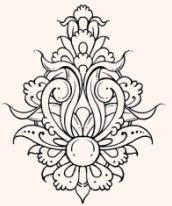
THE MOVING FINGER WRITES; AND, HAVING WRIT,
MOVES ON: NOR ALL THY PIETY NOR WIT
SHALL LURE IT BACK TO CANCEL HALF A LINE,
NOR ALL THY TEARS WASH OUT A WORD OF IT."



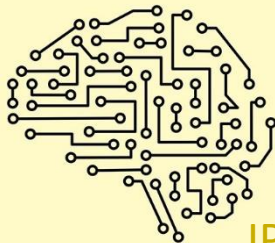
فشرده‌سازی در کاربردهای مختلف



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



• ...



JPEG AI

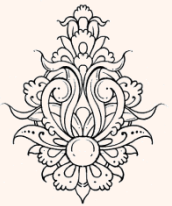
فشرده‌سازی

- 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 کدگذاری ویژه‌ای است.

data compression

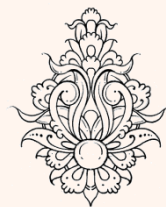
bit-rate reduction

source coding



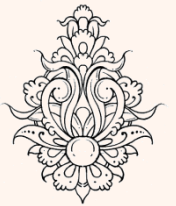
فشرده‌سازی و هوش مصنوعی (درک محتوا)

- به زودی خواهیم دید که **فشرده‌سازی** وابستگی شدیدی به **پیش‌بینی** دارد.
– پیش‌بینی بهتر به معنای فشرده‌سازی بهتر است.
- زمانی قادر به پیش‌بینی یک دنباله هستیم، که محتوای آن را درک کرده باشیم.



ضرورت فشرده‌سازی

- ویدئو طیف فاکستری (عمق رنگ ۱ بایت) با وضوح ۱۴۸۰×۶۴۰ ، 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.

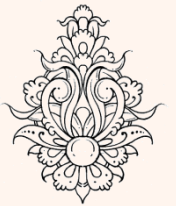


ضرورت فشرده‌سازی

- سیگنال‌های ویدیویی HDTV

$$\left(\frac{720 \times 1280 \text{ pixels}}{\text{frame}} \right) \left(\frac{60 \text{ frames}}{\text{second}} \right) \left(\frac{3 \text{ colors}}{\text{pixel}} \right) \left(\frac{8 \text{ bits}}{\text{color}} \right) = 1.3 \text{ Gb/s}$$

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



4416 × 3312

Raw, 42 MB



فتاویٰ سازی

4416 × 3312

JPG(Q≈95), 3.4 MB



4416 × 3312

JPG(Q=70), 1.2 MB



4416 × 3312

JPG(Q=30), 637 KB



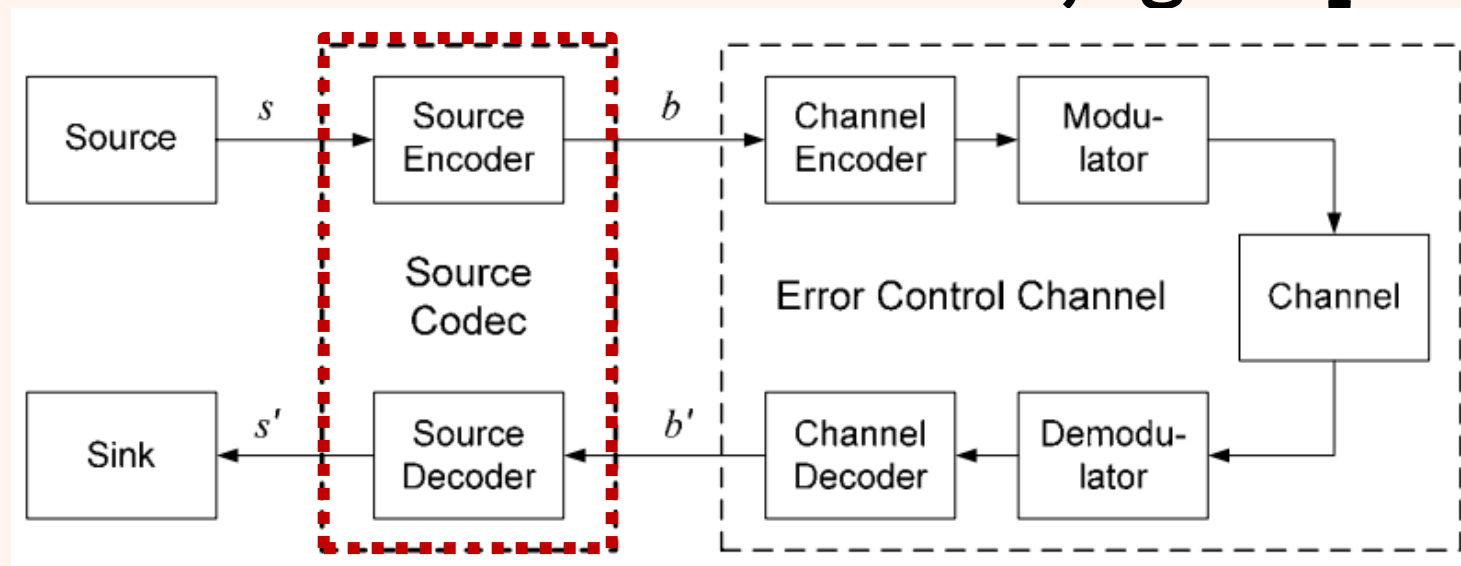
4416 × 3312

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 redundancy)
 - نمادهای پرتکرار (coding redundancy)
 - الگوهای موجود (spatial/temporal redundancy)

- خطای قابل پذیرش (irreverent information)
 - 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.

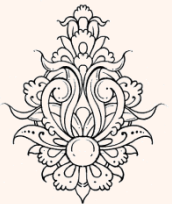
Compression ratio

– مثال: تصویر 256×256 پیکسل فاکستری:

Compression rate

- 65536 بایت (بدون فشرده‌سازی)

- در صورتی که بعد از فشرده‌سازی 16384 بایت احتیاج داشته باشد، نسبت فشرده‌سازی 4 است، نرخ فشرده‌سازی 2 bpp است.



کارایی الگوریتم‌های فشرده‌سازی (ادامه...)

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

Distortion

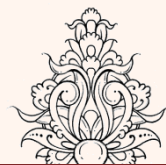
- برای اندازه‌گیری میزان تخریب، مهمترین معیار «سیستم اداری انسان» است.

- واژه‌های دیگری برای بیان تفاوت سیگنال اصلی و سیگنال فشرده‌شده به کار می‌روند، «کیفیت» و «همان‌دهی» می‌باشند.

Quality

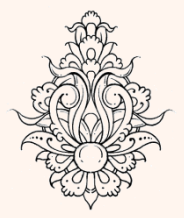
Fidelity

- نکته مهمی که باید در نظر داشت این است که مصرف‌کننده‌های داده‌های فشرده‌شده محدود به انسان‌ها نیستند.



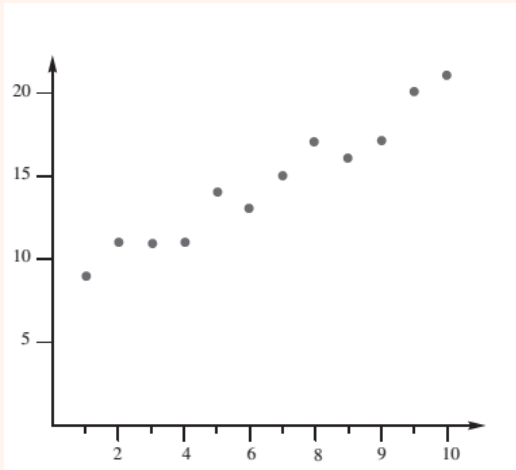
• نیازمندی‌های فشرده‌سازی بسته به نوع داده‌ی مورد نظر دارد، اما معمولاً شامل دو گام اساسی است:

- مدل‌سازی
- کدگذاری



مثال

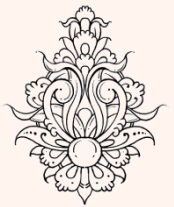
9	11	11	11	14	13	15	17	16	17	20	21
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----



$$\hat{x}_n = n + 8 \quad n = 1, 2, \dots$$

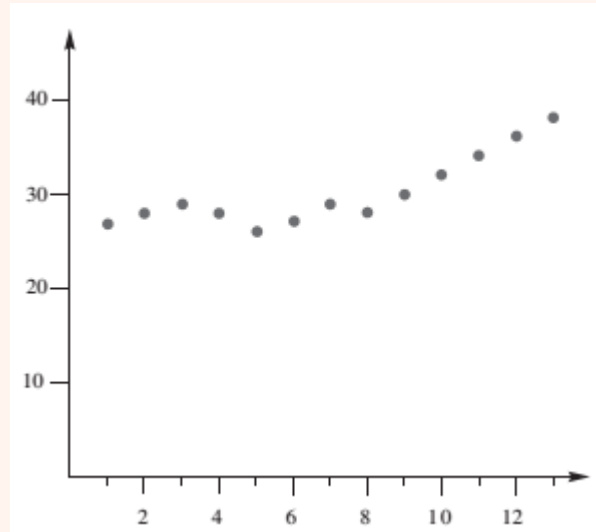
تنها کافیست که فضای این رابطه ذخیره شود:

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



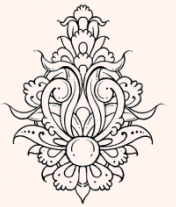
مثال

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
----	---	---	----	----	---	---	----	---	---	---	---	---



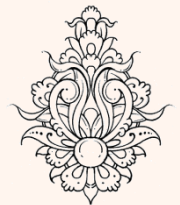
استاندارسازی در حوزهی چندرسانه‌ای

• 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.

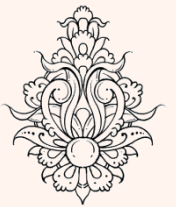


The international, unaffiliated, no-profit organisation developing standards for AI-based data coding with clear Intellectual Property Rights licensing frameworks



پیش‌نیازها

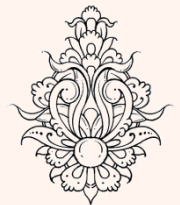
- برنامه‌نویسی (Matlab)، سیگنال و سیستم
- همچنین آشنایی مقدماتی با پردازش سیگنال‌های رقمی (DSP)، پردازش تصویر و صوت مفید است.



سرفصل د

سرفصل فشرده‌سازی اطلاعات

ردیف	مباحث مطرح شده	تعداد جلسات
۱	معرفی درس، اهداف و منابع	۱
۲	تئوری اطلاعات و کدگذاری بدون اتلاف	۴
۳	روش‌های متنی بر واژه‌نامه	۲
۴	روش‌های متنی بر ممتوا	۳
۵	فشرده‌سازی تصویر در دامنه‌ی مکان	۳
۶	مقدمات ریاضی- آشنایی با تبدیله‌ها	۲
۷	تبدیل فوریه	۲
۸	تبدیل فوریه در پردازش تصویر	۴
۹	تبدیل کسینوسی گسسته و JPG	۲
۱۰	تبدیل موجک گسسته و JPEG	۱
۱۱	فشرده‌سازی ویدئو (MPEG۲)	۱
	فشرده‌سازی ویدئو (H.۲۶۴/AVC)	۲
	فشرده‌سازی ویدئو (H.۲۶۵/HEVC)	۱
	فشرده‌سازی ویدئو (H.۲۶۶/VVC)	۲
۱۲	روش‌ها کدگذاری مبتنی بر یادگیری ماشین	۲
۱۳	روش‌های ارزیابی کیفیت تصویر و ویدئو	۲
۱۴	کدگذاری تصویر و ویدئو برای ماشین	۳
۱۵	فشرده‌سازی در یادگیری مشارکتی	۲
۱۶	J P E G -A I	۳

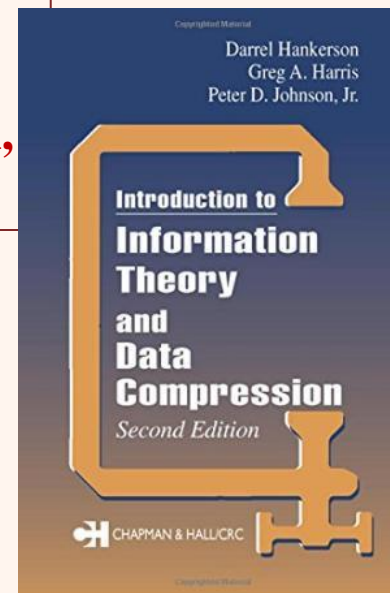
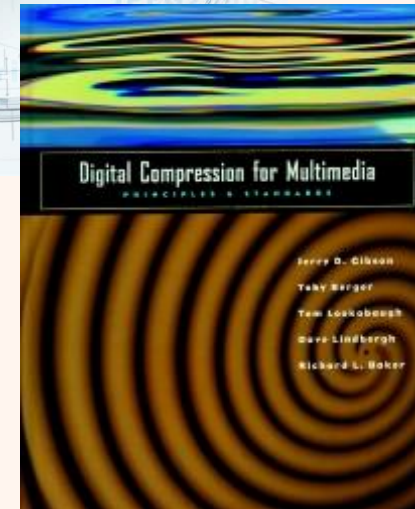
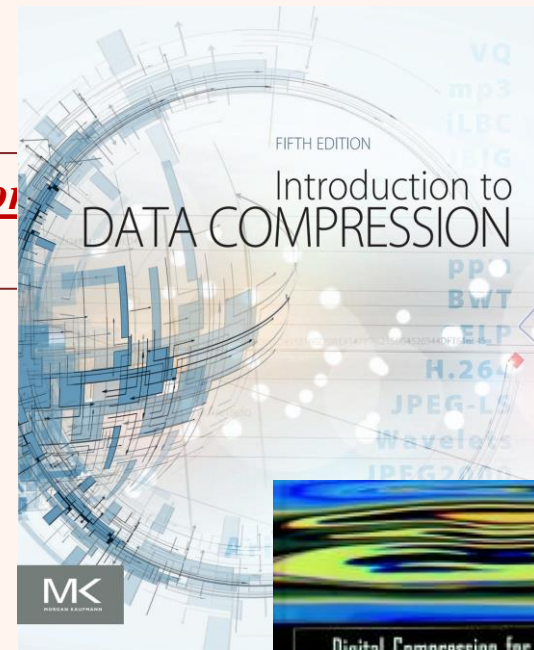


<http://datacompression.unl.edu/>

*Sayood, K. (2017). Introduction to Data Compression
Morgan Kaufmann.*

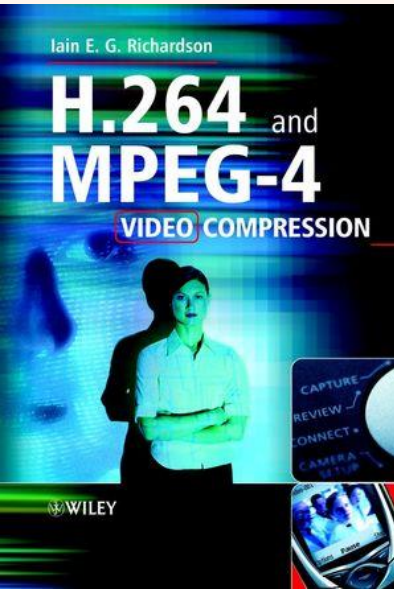
**Gibson, J. D. (1998). Digital Compression for
Multimedia: Principles and Standards,
Morgan Kaufmann Publishers.**

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

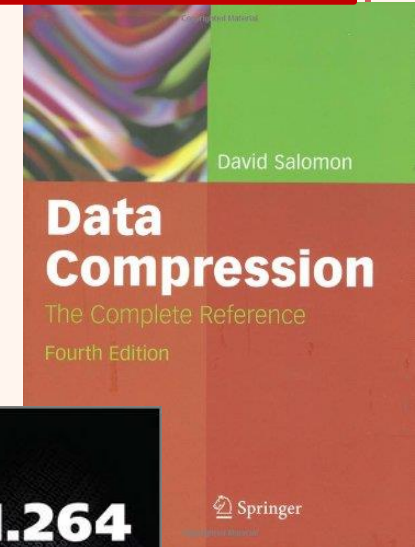


سایر منابع

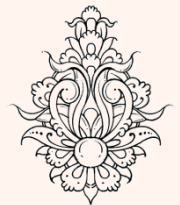
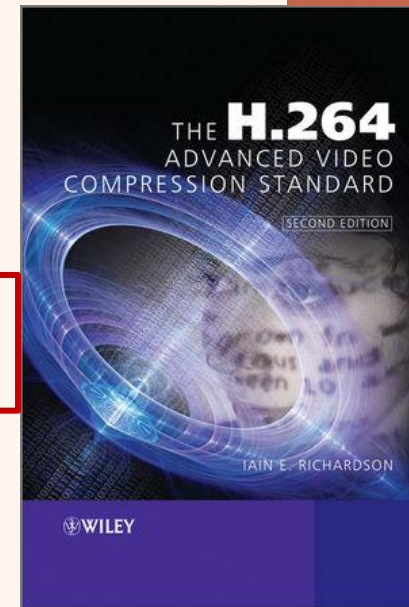
Salomon, D. (2012). Data Compression: The Complete Reference, Springer Berlin Heidelberg.



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.



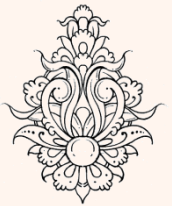


Wiegand, T. and H. Schwarz (2011). "Source Coding: Part I of Fundamentals of Source and Video Coding." **Foundations and Trends®** in Signal Processing 4(1-2): 1-222.

Lossless
Compression
Handbook
EDITOR KHALID SAYOOD



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



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



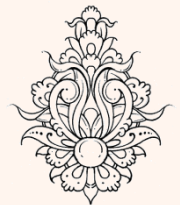
چند تذکر

- در صورتی که در رابطه با مطلبی، ایمیل می‌زنید، یا در واتساپ مطلبی ارسال می‌کنید، لطفا در پایان آن نام خود را هم بنویسید، به ویژه اگر از نام مستعار برای شناسایی ایمیل خود استفاده می‌کنید.
- ابتدای موضوع (subject) ایمیل با **IC01** 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** پرهیزید.
- لطفا از گذاشتن صدا در شبکه‌های اجتماعی خودداری کنید.

از همکاری شما پیشاپیش سپاسگزاره!

http://faculties.sbu.ac.ir/~a_mahmoudi/IC_01_2.htm

صفحه درس:



بارمبندی

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

• 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 انتخاب موضوع **تا پایان اسفندماه** است.

• پروژه‌ی نهایی به صورت کتبی تمویل 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

- فشرده‌سازی مبتنی بر یادگیری عمیق
- کدگذاری برای ماشین (VCM)
- افزایش وضوح در مود فشرده
- پردازش داده در مود فشرده
- نهان‌نگاری / نهان‌کاوی در موزهی فشرده
- پنهان‌سازی در موزهی فشرده
- تحلیل کیفیت ویدئو در موزهی فشرده
- تشخیص تعداد دفعات فشرده‌سازی
- - روش‌های تخمین میزان فشرده‌سازی

