

بینایی کامپیوتر

Computer Vision

میلاذ سلطانی

فصل اول



- بینایی کامپیوتر چیست؟
- به چه چیزی مرتبط است؟
- هدف بینایی کامپیوتر
- خاستگاه بینایی کامپیوتر
- بینایی کامپیوتر یا بینایی ماشین
- پردازش تصویر یا بینایی کامپیوتر
- چرا بینایی کامپیوتر مطالعه کنیم؟
- چالش های بینایی کامپیوتر

مقدمه ای بر بینایی کامپیوتر

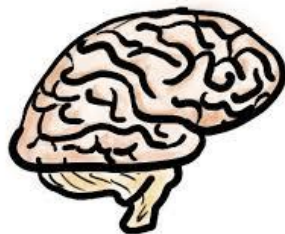
Introduction to Computer Vision

بینایی کامپیوتر چیست؟



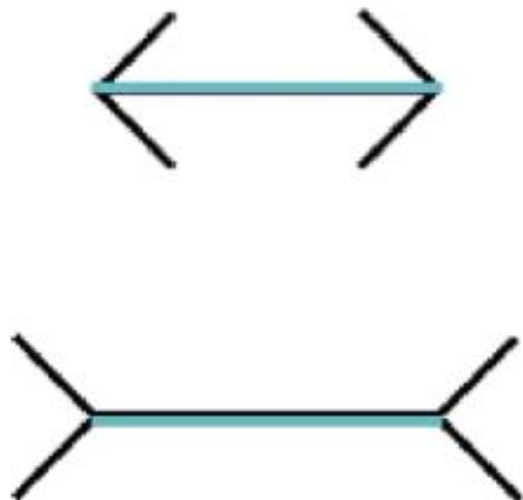
دستگاه تفسیر

ابزار حسگر



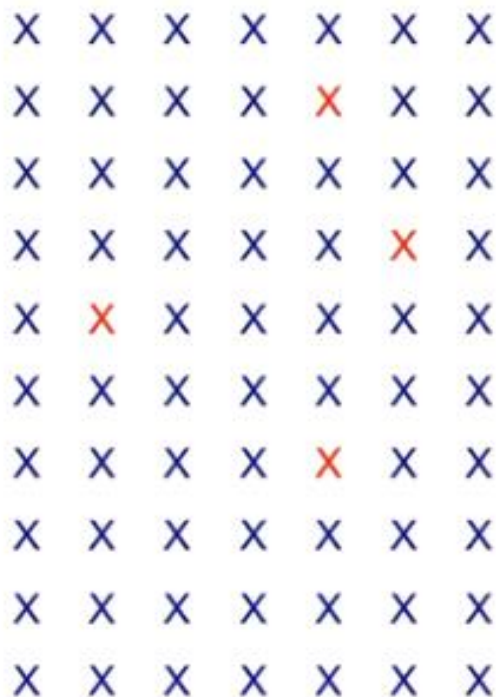
باغ، بهار، پل،
آب، درختان، گل،
سبز و ...

قدرت بینایی انسان



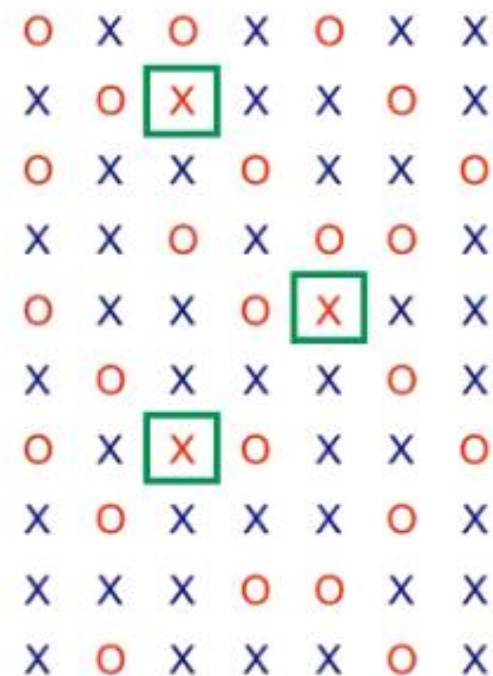
(a)

خطای دید انسان



(b)

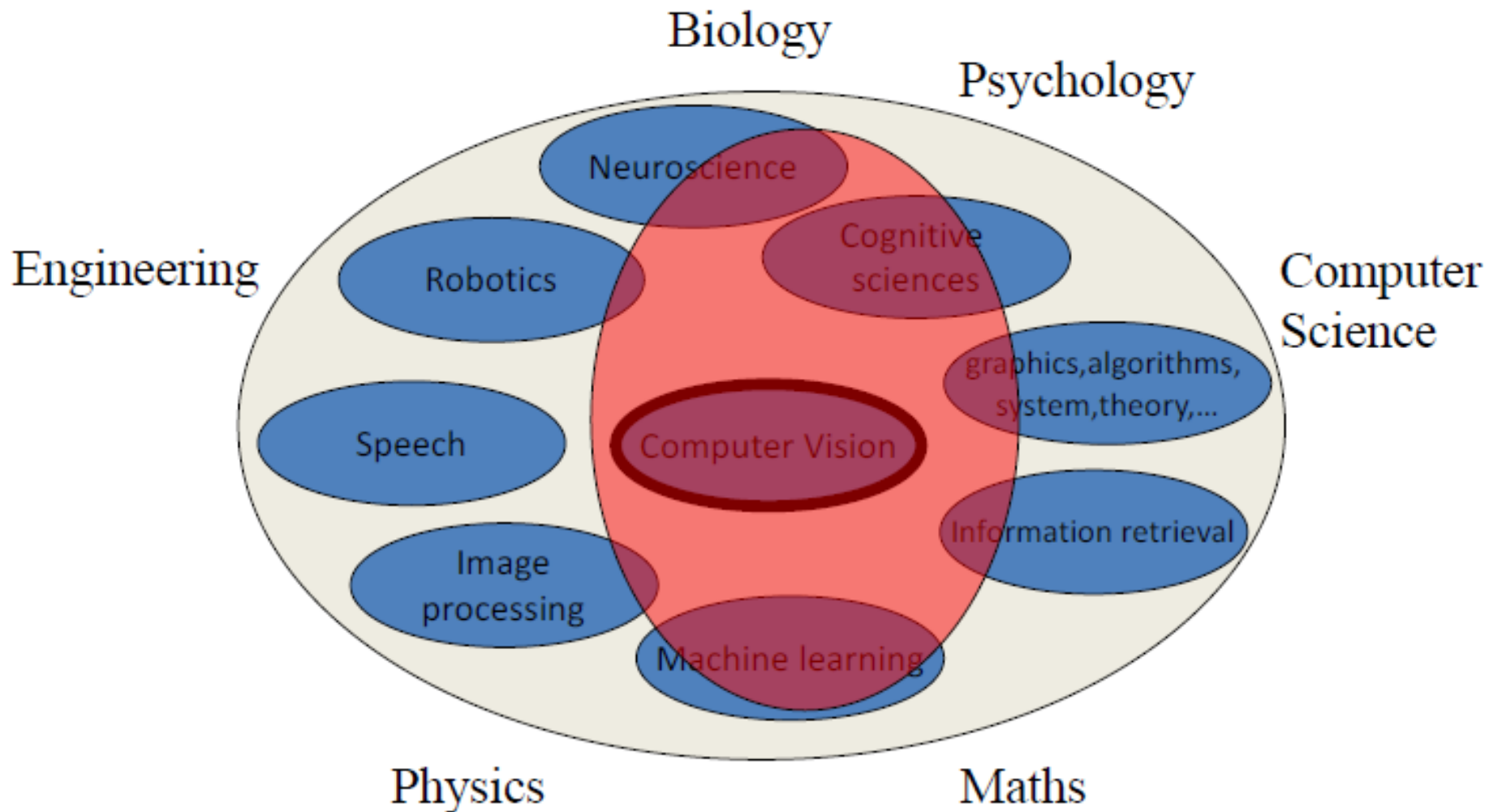
شمارش علامت ضربدر قرمز



(c)

قدرت ضعیف بینایی انسان

بینایی کامپیوتر به چه چیزی مرتبط است؟



هدف بینایی کامپیوتر چیست؟



■ پُر کردن شکاف بین پیکسل ها و معنا (برقراری ارتباط پیکسل ها با معنا)



What we see

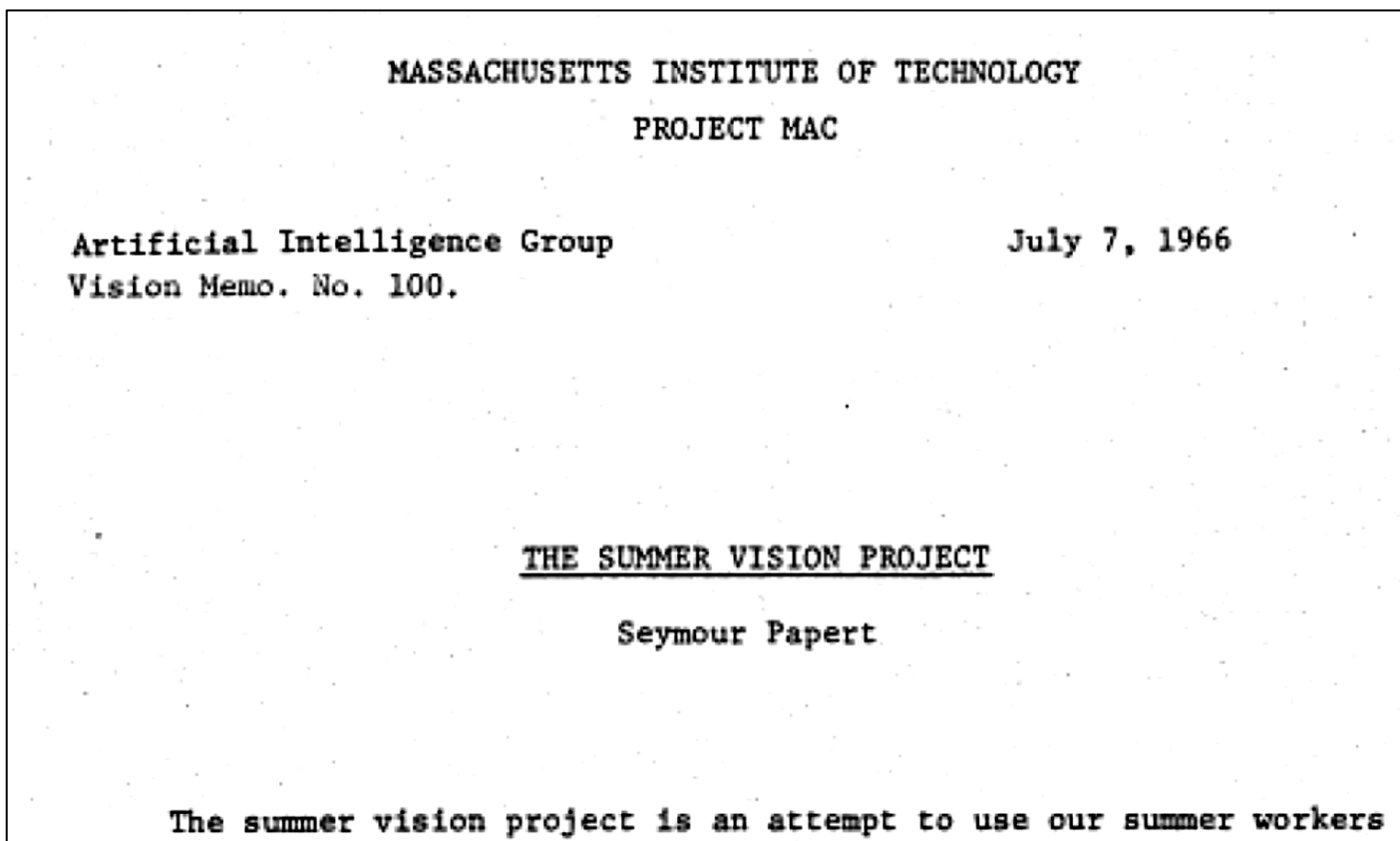
0	3	2	5	4	7	6	9	8
3	0	1	2	3	4	5	6	7
2	1	0	3	2	5	4	7	6
5	2	3	0	1	2	3	4	5
4	3	2	1	0	3	2	5	4
7	4	5	2	3	0	1	2	3
6	5	4	3	2	1	0	3	2
9	6	7	4	5	2	3	0	1
8	7	6	5	4	3	2	1	0

What a computer sees

خاستگاه بینایی کامپیوتر



■ یک پروژه تابستانی بینایی مقطع کارشناسی دانشگاه MIT سال ۱۹۶۶



آزمایشگاه های بینایی کامپیوتر



- آزمایشگاه یادگیری و بینایی دانشگاه استنفورد
- آزمایشگاه بینایی ماشین انستیتو تکنولوژی فدرال زوریخ (ETH Zurich)
- آزمایشگاه تحقیقاتی بینایی کامپیوتر انستیتو تکنولوژی ماساچوست (MIT)
- آزمایشگاه بینایی کامپیوتر دانشگاه ملی سئول
- آزمایشگاه بینایی کامپیوتر دانشگاه دلف
- آزمایشگاه بینایی کامپیوتر انستیتو پلی تکنیک فدرال لوزان (EPFL)
- آزمایشگاه بینایی کامپیوتر دانشگاه صنعتی وین (TU Wien)
- آزمایشگاه بینایی کامپیوتر دانشگاه فردوسی مشهد
- آزمایشگاه بینایی کامپیوتر دانشگاه تورنتو



بینایی کامپیوتر یا بینایی ماشین؟

■ بینایی کامپیوتر (Computer Vision):

- فرآیند خودکارسازی دریافت (Capture) و تحلیل تصاویر (Image Analysis)
- تأکید بیشتر روی قابلیت‌های تحلیل تصاویر، استخراج اطلاعات مفید از آنها و درک و فهم اشیاء یا موجودیت‌های موجود در آنها

■ بینایی ماشین (Machine Vision):

- استفاده از تکنیک‌های بینایی کامپیوتر در کاربردهای صنعتی و عملی
 - استفاده از بینایی کامپیوتر در جهت تضمین عملکرد بهینه سیستم‌ها، اجرای یک تابع تحلیل تصویر یا دستیابی به یک خروجی خاص (مبتنی بر تحلیل تصویر) ضروری باشد
- در طی چند سال اخیر، مرز میان بینایی کامپیوتر و بینایی ماشین باریک شده و در حال از بین رفتن است

پردازش تصویر یا بینایی کامپیوتر؟

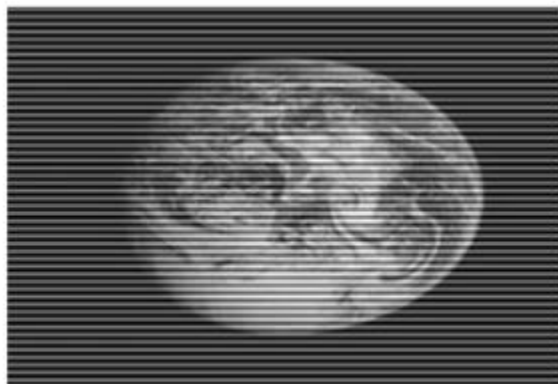


■ حوزه بینایی کامپیوتر، متمایز از حوزه پردازش تصویر است.

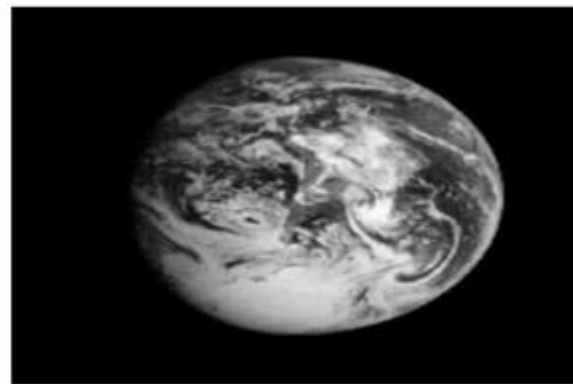
■ پردازش تصویر، فرآیند تولید تصاویر جدید از یک تصویر موجود است.

● محتویات تصاویر به نحوی ساده سازی (Simplify) یا تقویت (Enhance) می‌شوند.

● پردازش سیگنال دیجیتال (Digital Signal Processing) محسوب می‌شود و با فرآیندهای شناخت و درک محتوای تصاویر دیجیتال سروکار ندارد.



Distorted image

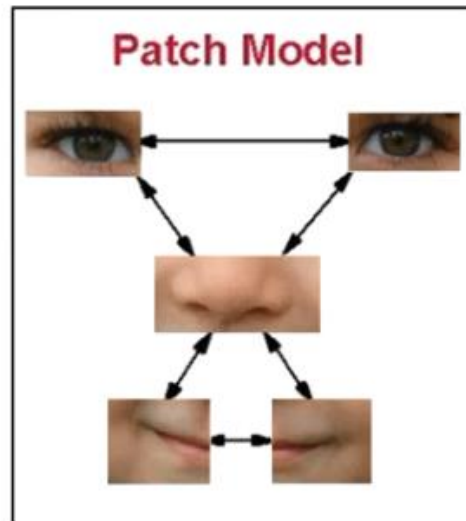


Restored image

پردازش تصویر یا بینایی کامپیوتر؟

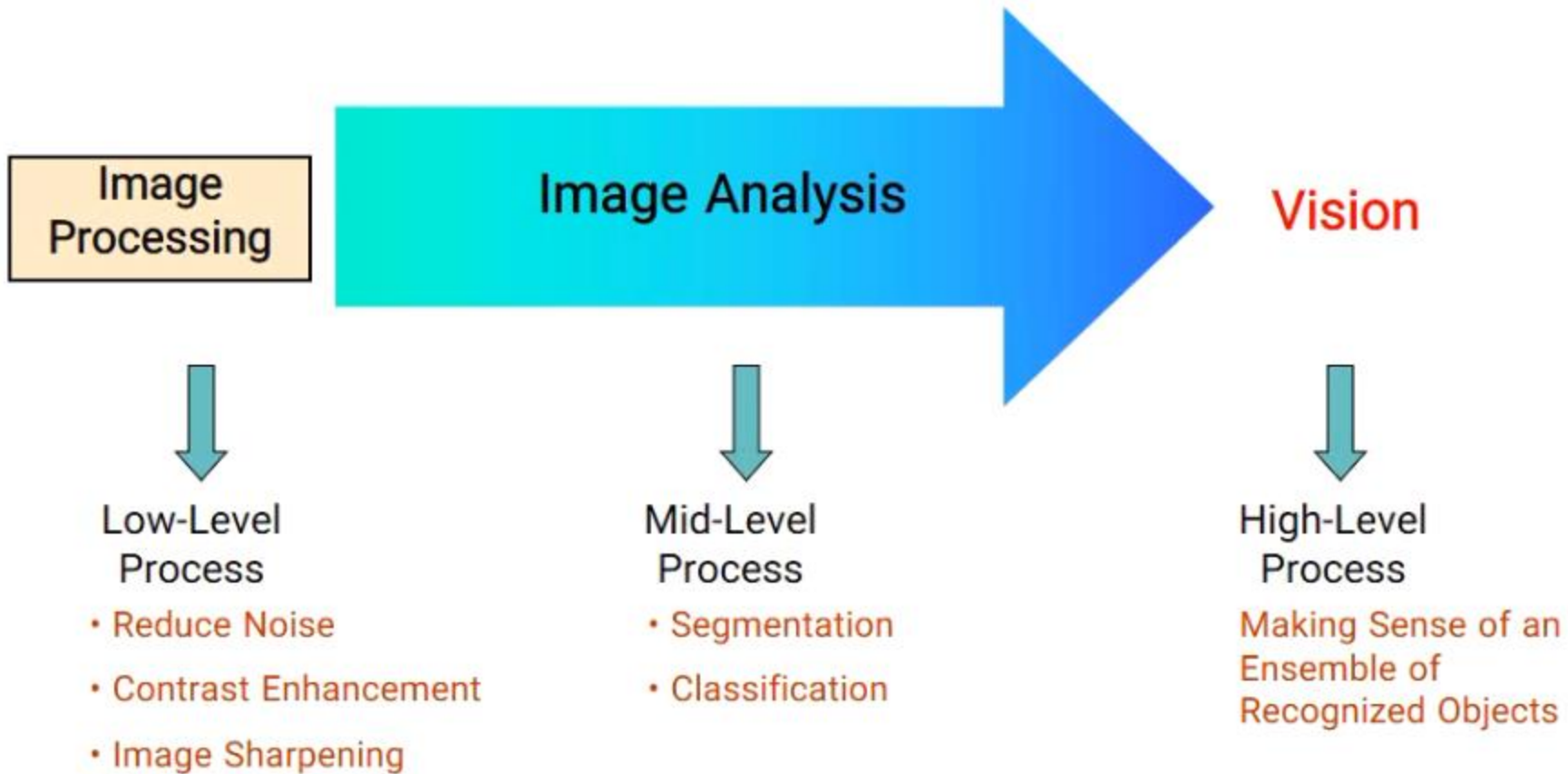


- یک سیستم بینایی کامپیوتر، ممکن است برای انجام وظایف خود، برخی از روش‌های پردازش تصویر را روی ورودی‌های خام (Raw Inputs) اعمال کند.
- تحلیل و بدست آوردن اطلاعات از تصویر

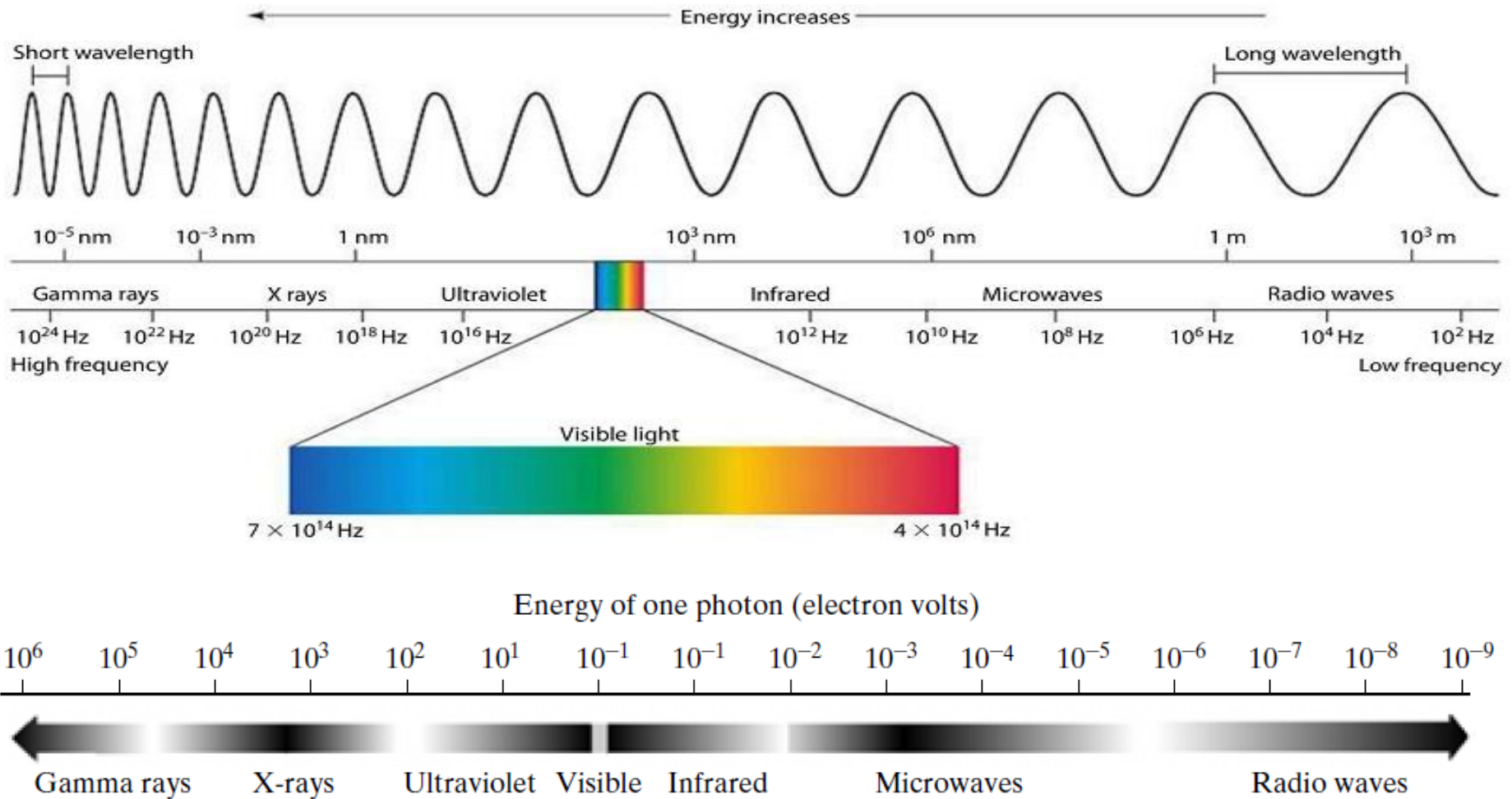


Components	Width	Height
Eyebrows	19	15
Eyes	17	17
Between eyes	18	16
Nose	15	20
Nostrils	22	12
Cheeks	21	20
Mouth	31	15
Lip	13	16
Corners of the mouth	18	11

پردازش تصویر یا بینایی کامپیوتر؟



طيف موج الكترولو مغناطيس



کاربردهای بینایی کامپیوتر



- علم پزشکی – داروسازی – دندان پزشکی
- صنایع غذایی
- بیومتریک و تشخیص هویت
- کنترل و مراقبت تصویری
- کنترل ترافیک و حمل و نقل
- تشخیص اجسام و ردیابی حرکت
- نجوم
- ورزش
- کشاورزی
- اتومبیل هوشمند
- سینما
- روانشناسی
- اقتصاد
- زمین شناسی

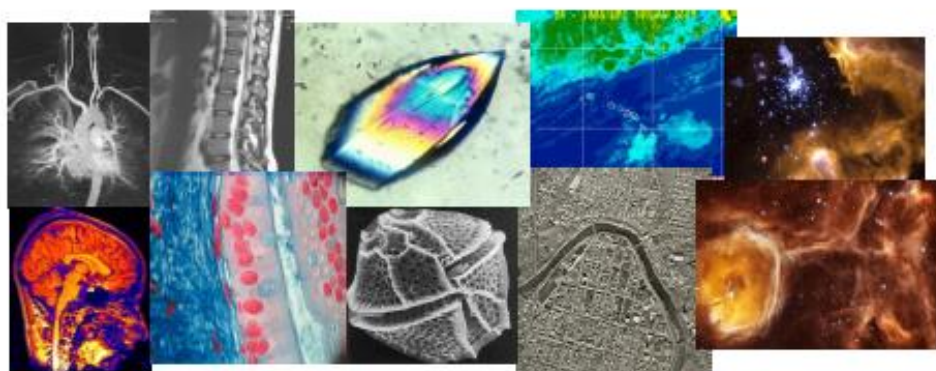
چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ امروزه تصاویر و ویدیوها همه جا هستند.



Surveillance and security



Medical and scientific images

چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ جلوه‌های ویژه: شکل سازی و ضبط حرکت (Shape & Motion Capture)

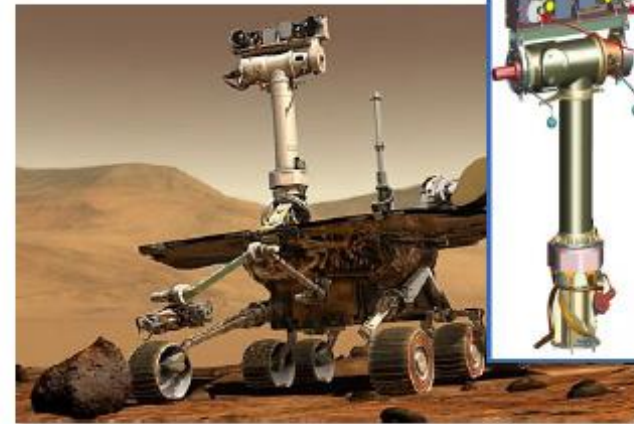


چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ مدلسازی، بازسازی و ردیابی ۳ بعدی

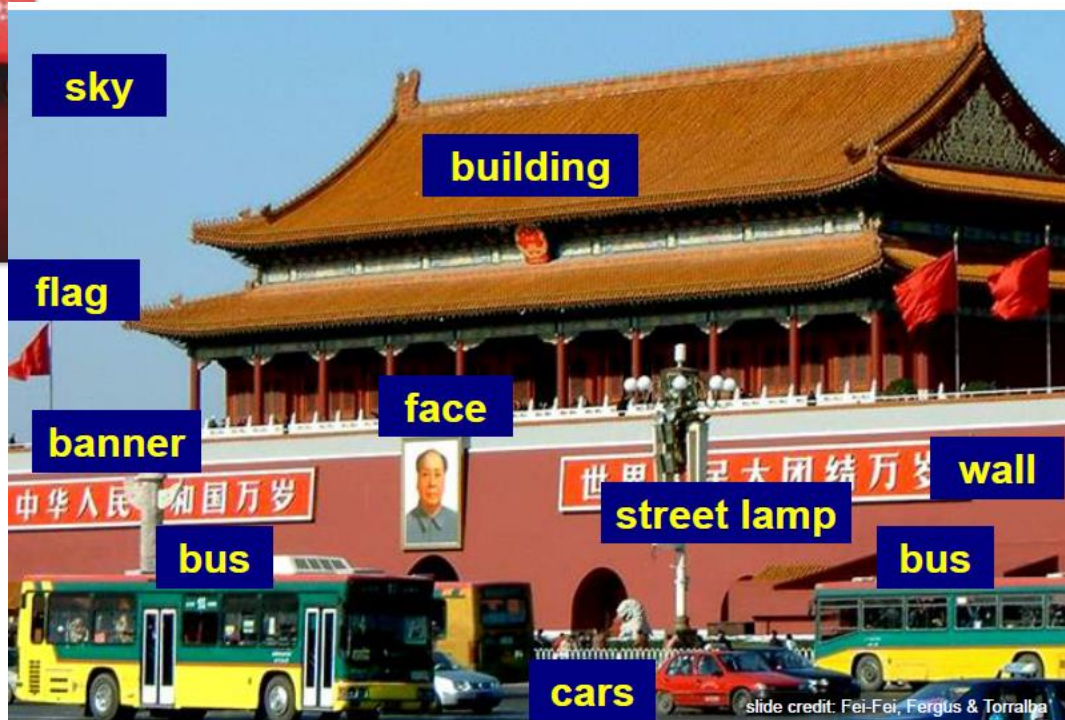
(3D Modelling, Reconstruction, Tracking)



چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



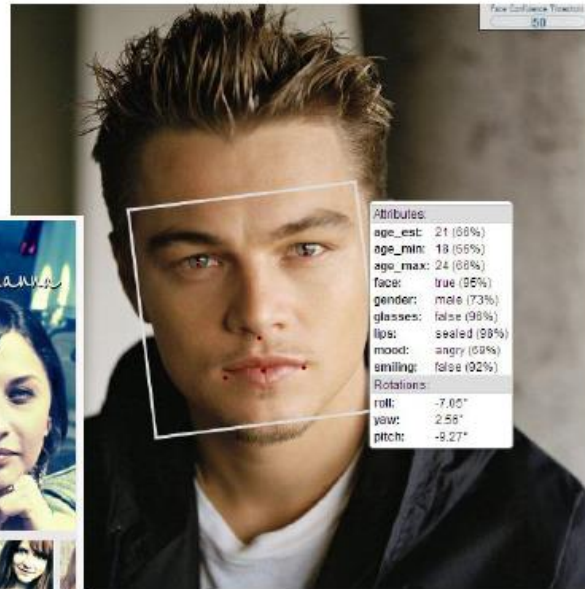
■ تشخیص اشیا و افراد (Recognize Objects & People)



چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



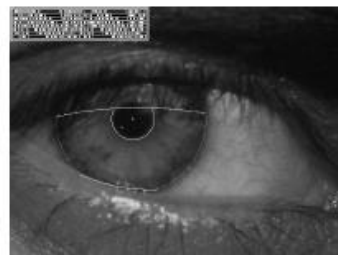
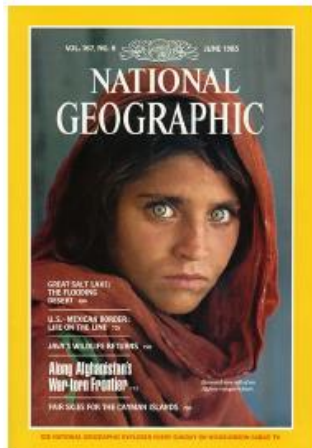
■ تشخیص چهره (Face Detection & Recognition)



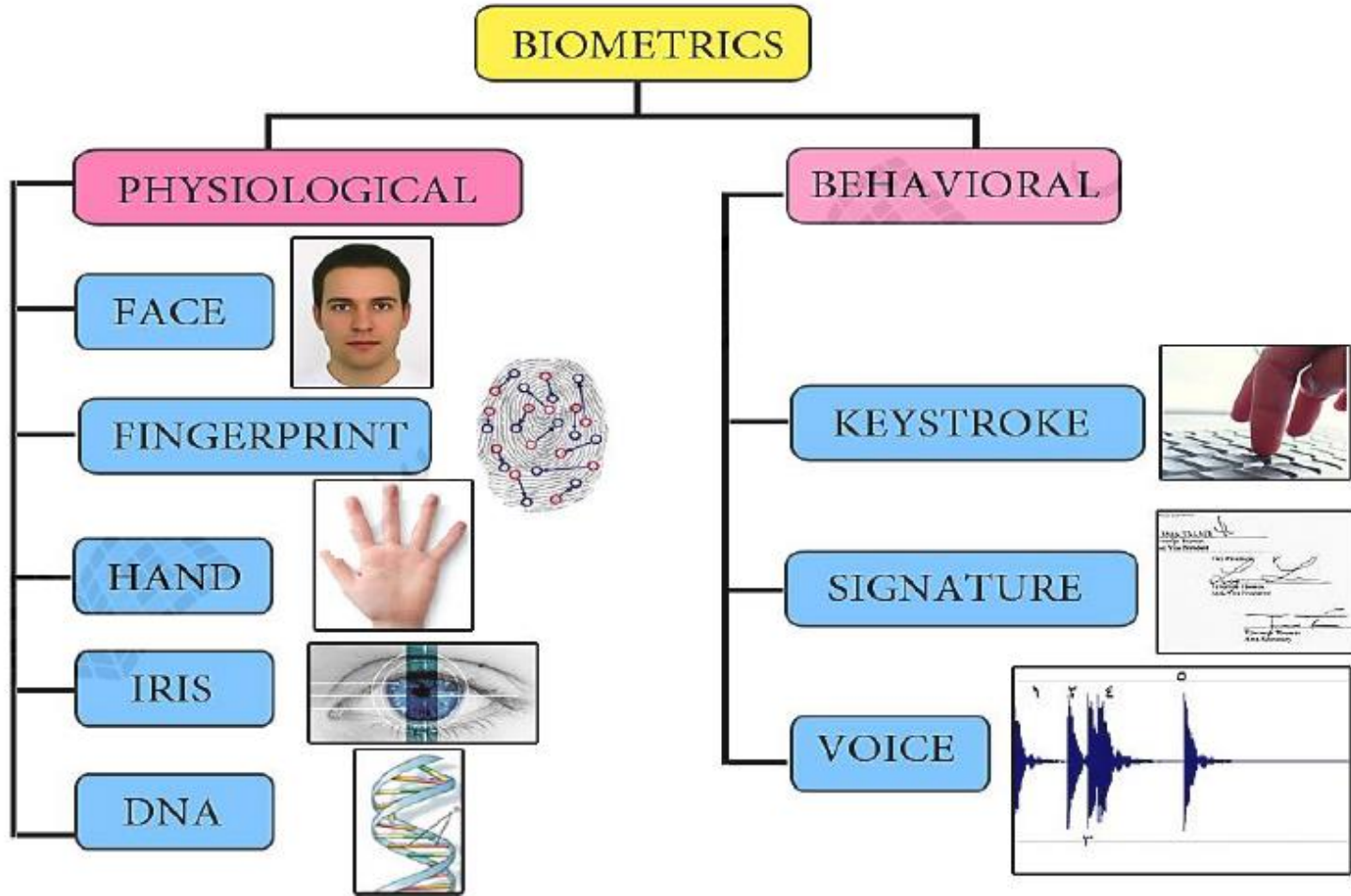
چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ تشخیص هویت (Biometrics) مبتنی بر بینایی



بیومتریک



بیومتریک های رایج



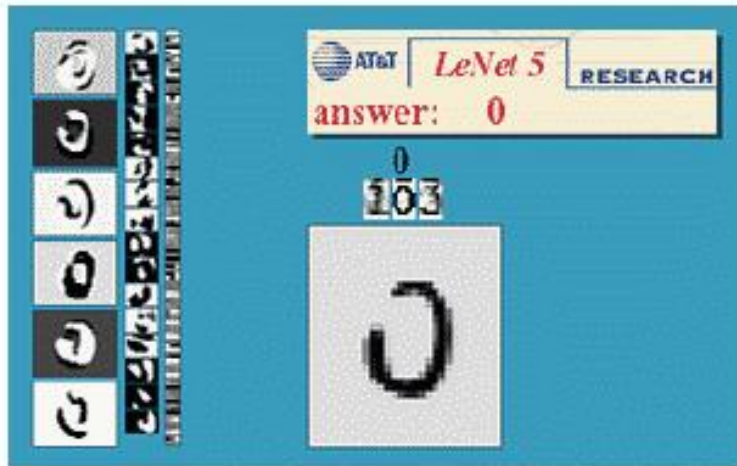
Common:

- Fingerprint Recognition
- Face Recognition
- Iris Recognition
- Hand Geometry
- Signature verification
- Retina recognition
- Thermograms
- Gait
- Ear recognition
- Skin reflection
- Lip motion

چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ تشخیص نوری کارآکترها (OCR) (License Plate Detection)



4YCH428

4YCH428

4YCH428

چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



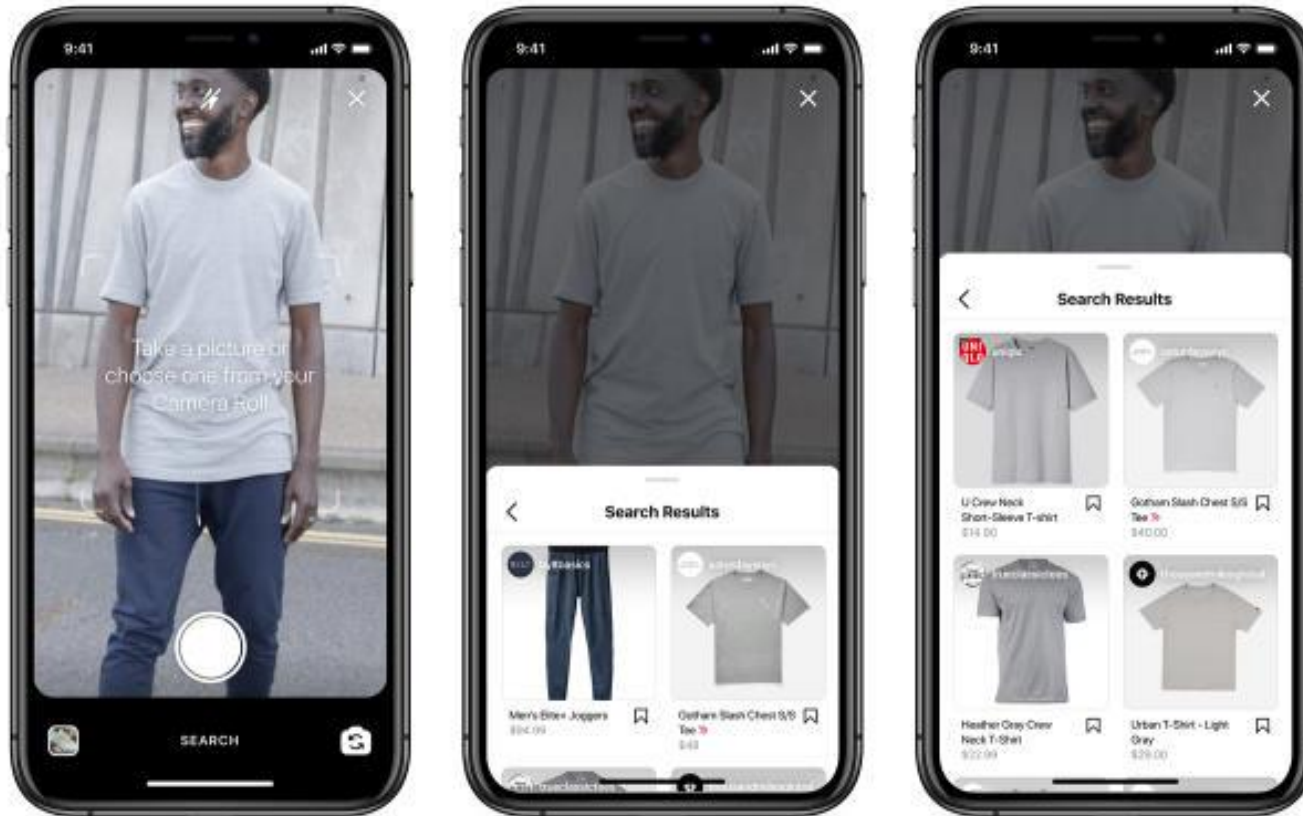
■ اسباب بازی ها و ربات ها (Toys & Robots)



چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ جستجوی تصویری اطلاعات (Mobile Visual Search)



چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ ایمنی خودرو و ماشین های خودران (Automotive Safety) (Smart Cars)

The screenshot displays the Intel Mobileye website with the following content:

- Navigation:** "manufacturer products" and "consumer products" tabs.
- Header:** "Our Vision. Your Safety."
- Central Image:** A car with three camera views: "rear looking camera", "forward looking camera", and "side looking camera".
- Product/Feature Cards:**
 - EyeQ Vision on a Chip:** Shows an EyeQ chip with a "read more" link.
 - Vision Applications:** Shows a pedestrian with a bounding box and text "Road, Vehicle, Pedestrian Protection and more" with a "read more" link.
 - AWS Advance Warning System:** Shows a car icon on a circular display with "0.8" and a "read more" link.
- News Section:**
 - Article 1: "Promote Advanced Technologies Power Volvo Cars World First Collision Warning With Auto Brake System"
 - Article 2: "Volvo: New Collision Warning with Auto Brake Helps Prevent Rear-end"
 - Link: "> all news"
- Events Section:**
 - Event 1: "> Mobileye at Equip Auto, Paris, France"
 - Event 2: "> Mobileye at SFHA, Las Vegas, NV"
 - Link: "> read more"

چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ تعامل و بازی مبتنی بر بینایی (Vision Based Interaction and Games)



Microsoft's Kinect



Sony EyeToy



Assistive technologies

چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ بینایی رباتیک، اکتشافات فضایی (Robotics Vision , Space Exploration)

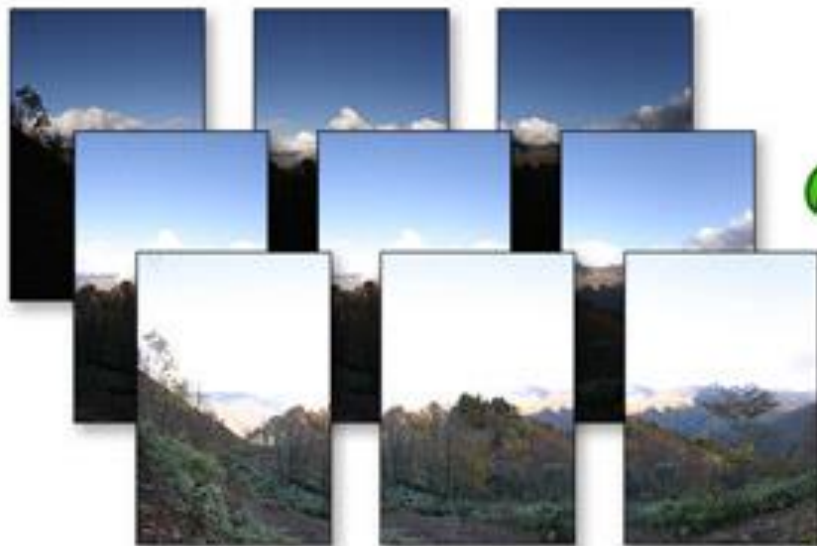


[NASA'S Mars Exploration Rover Spirit](#) captured this westward view from atop a low plateau where Spirit spent the closing months of 2007.

چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ ساخت پانوراما (Panorama stitching)



چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



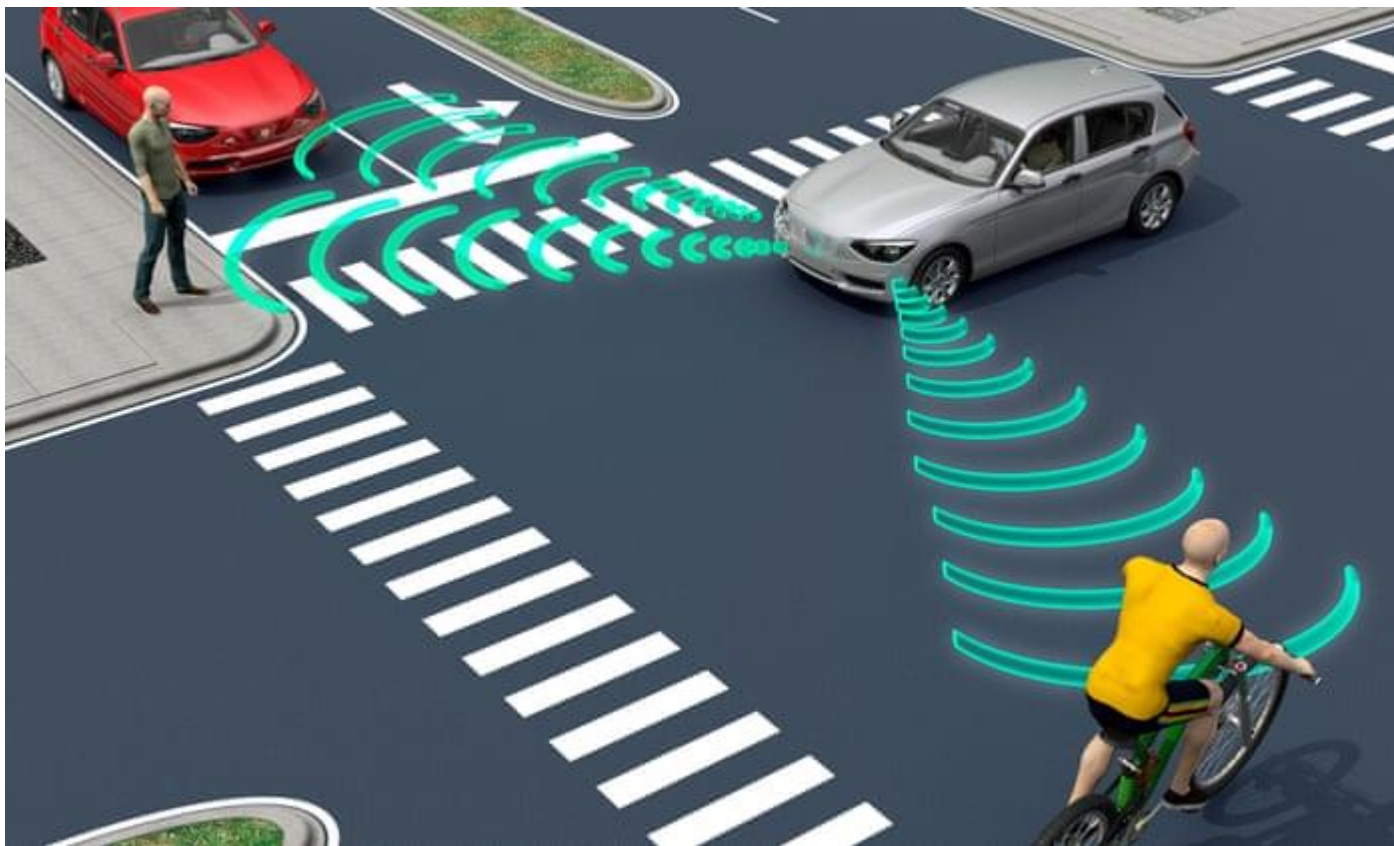
■ مدلسازی سه بعدی زمین (3D Terrain Modeling)



چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ تشخیص مانع، ردیابی موقعیت (Obstacle Detection, Position Tracking)



چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ پزشکی قانونی (Forensics)



چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ بهبود تصاویر (عکاسی کامپیوتری)

(Improve Photos, Computational Photography)



Super-resolution (source: 2d3)



Low-light photography

(credit: [Hasinoff et al., SIGGRAPH ASIA 2016](#))



Depth of field on cell phone camera

(source: [Google Research Blog](#))



Inpainting / image completion

(image credit: Hays and Efros)

چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



ترکیب تصاویر (Image Synthesis)

Monet ↔ Photos



Monet → photo

Zebras ↔ Horses



zebra → horse

Summer ↔ Winter



summer → winter



photo → Monet



horse → zebra



winter → summer



Photograph



Monet



Van Gogh



Cezanne

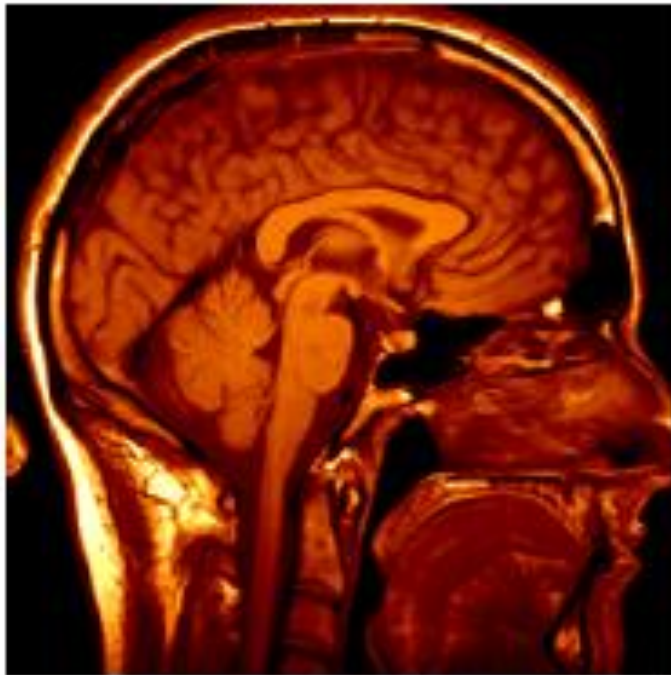


Ukiyo-e

چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ تصویربرداری پزشکی (Medical Imaging)



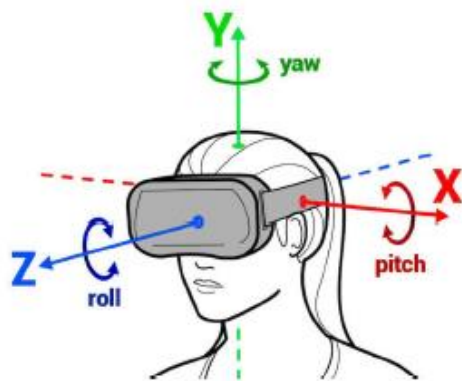
3D imaging
(MRI, CT)



چرا بینایی کامپیوتر را مطالعه کنیم؟



■ واقعیت مجازی و واقعیت افزوده (Virtual & Augmented Reality)



6DoF head tracking



Hand & body tracking



3D scene understanding



3D-360 video capture

چالش های بینایی کامپیوتر



- ایجاد چارچوب های لازم برای تولید قابلیت بینایی در کامپیوترها و سیستم های کامپیوتری، بسیار پیچیده و سخت است.
- نبود درک و فهم مناسب از نحوه عملکرد سیستم بینایی انسان
- پیچیدگی ذاتی (Inherent Complexity) جهان بصری

چالش های بینایی کامپیوتر



ساختار سیستم بینایی کامپیوتر



تصویر ورودی



پیش پردازش



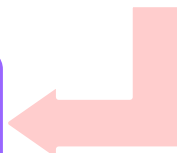
قطعه بندی



استخراج ویژگی



طبقه بندی



تشخیص و درک تصویر - استخراج اطلاعات

سؤال؟

