



**دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی**

دانشکده‌ی مهندسی مکانیک

## **واقعیت مجازی**

نیمسال دوم ۹۹-۱۳۹۸

استاد درس: دکتر علی نحوی

اتاق: دفتر (طبقه ششم) + آزمایشگاه واقعیت مجازی (طبقه منفی ۲)

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری - عملی

وبسایت درس: <http://wp.kntu.ac.ir/nahvi/courses.html>

<https://courses.kntu.ac.ir/course/view.php?id=447>

دستیار استاد درس: مهندس علی اکبر ناصری

ایمیل: [Virtual.reality.kntu@gmail.com](mailto:Virtual.reality.kntu@gmail.com)

توزیع نمره:

۵۰	آزمون نهایی
۴۰	پروژه‌ها
۱۰	کوئیز
۱۰۰	مجموع

## واقعیت مجازی

سرفصل درس: (۵۱ ساعت)

- مشخصات و تاریخچه‌ی واقعیت مجازی: واقعیت مجازی تعریف می‌شود؛ تفاوت آن با «عمل از راه دور» و «واقعیت افزوده» ذکر می‌شود؛ دو مشخصه‌ی اصلی «غرق شدن» و «تعامل» بررسی می‌شود؛ و به تاریخچه‌ی واقعیت مجازی طی یک قرن اخیر اشاره می‌گردد.

- مدل‌سازی گرافیکی: ابتدا مدل‌سازی هندسی اجسام مجازی تشریح می‌شود. در مدل‌سازی هندسی ایجاد مدل‌های سه‌بعدی اجسام بوسیله‌ی تعریف رؤوس و سطوح، نورپردازی و استفاده از بافت‌ها بررسی می‌شود. سپس در مدل‌سازی سینماتیکی از ماتریس‌های تبدیل برای حرکت اجسام استفاده می‌گردد. برای پیاده‌سازی مدل‌های مطرح‌شده در بخش قبل، مدل‌سازی گرافیکی و برنامه‌نویسی اسکریپتی به کمک نرم‌افزار ویرتولز انجام می‌گیرد. نحوه ایجاد برجسته‌سازی نیز تشریح می‌گردد.

- نمایشگرهای بینایی: ویژگی‌های حس بینایی و چگونگی برجسته‌دیدن ارائه می‌شود. نمایشگرهای بینایی تک‌نفره مانند نمایشگرهای روی سر، روی میز، روی زمین، و همچنین چندنفره مانند دیوار، غار و گنبد بررسی می‌شوند.

- ردیاب‌ها و ربات‌های لامسه‌ای: انواع ردیاب‌های مکانیکی، مغناطیسی، مافوق صوتی، نوری و اینرسی تشریح می‌شوند. شکل‌های گوناگون ردیاب‌ها از جمله جوی‌استیک، دستکش و جلیقه بررسی می‌شوند. ویژگی‌های حس لامسه و نیز نیروی تولید شده به‌وسیله‌ی مفاصل انسان بررسی می‌شود. ربات‌های لامسه‌ای در دو نوع Kinesthetic و Tactile به عنوان واسطه‌ی بین کاربر و رایانه بررسی می‌شوند. چگونگی ارائه‌ی گرما به کاربر نیز تشریح می‌شود.

- مدل‌سازی نیرو و سیستم کنترل: مدل‌سازی و پردازش نیرویی سطوح مجازی و احجام مجازی تشریح می‌شود و سیستم کنترلی و پایداری آن نیز ارائه می‌گردد. انواع مدل‌های سطحی و محاسبه‌ی نیروهای وارده ناشی از کرنش سطح و نیز اصطکاک بررسی می‌شود. در احجام مجازی، مدل‌های پیکسل حجمی (voxel) و سایر مدل‌ها بررسی می‌شود و برخی کاربردها مانند ماشینکاری مجازی

تشریح می‌شود. کنترل امپدانس و ادمیتانس و تاثیر عملگرها و سنسورها در سیستم کنترلی بررسی می‌گردد. معیارهای انفعالی و لیپانوف در سیستم هپتیکی ارائه می‌شود.

- **مدل‌سازی سه‌بعدی صدا:** به ویژگی‌های حس‌شنوایی انسان و چگونگی تشخیص محل منبع صدا پرداخته می‌شود. مدل‌سازی گوش و تابع تبدیل سر و تولید صدای سه‌بعدی تشریح می‌شود.

- **شواهد حرکتی و فاکتورهای انسانی:** مباحثی نظیر درک و احساس حضور، سیستم وستیبولار، فیلترفرسایش، خطای عملکرد و سرگیجه‌ی ناشی از تأخیر تشریح می‌شود.

- **کاربردها:** انواع شبیه‌سازها و کاربردهای فعلی و آینده‌ی شبیه‌سازها ارائه می‌گردد.

- **مرجع اصلی:** نحوی، علی، واقعیت مجازی: شبیه‌سازها و کاربرد آن، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۲.

**سایر مراجع:**

مقالات موجود در صفحه‌ی وب درس

Burdea, G.C., and Coiffet, P., Virtual Reality Technology, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., N.J., U.S.A., 2003.

Sherman, W.R., and Craig, A.B., Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design, Morgan Kaufmann, USA, 2003.

Ong, S.K., and Nee, A.Y.C., Virtual and Augmented Reality Applications in Manufacturing, Springer, 2004.

Stuart, R., The Design of Virtual Environments, Barricade Books, 2001.

Burdea, G.C., Force and Touch Feedback for Virtual Reality, John Wiley & Sons, 1996.

Vince, J., Virtual Reality Systems, Addison-Wesley, 1995.

Presence: Teleoperators and Virtual Environments, a journal published by the MIT Press, USA, Issues since 1992.

OpenGL, Version 2.0, <http://www.opengl.org>.

## ضمیمه

**هدف:** دانشجویان با اجزاء سیستم‌های واقعیّت مجازی آشنا می‌شوند و با انجام پروژه‌های عملی مهارت‌های اولیه پیاده‌سازی محیط‌های مجازی را پیدا می‌کنند. ماهیّت واقعیّت مجازی فرارشته‌ای است و به رشته‌های مهندسی کامپیوتر، مهندسی مکانیک، مهندسی برق و روانشناسی مربوط می‌شود.

**کاربردها:** در سیستم‌های واقعیّت مجازی انسان در معرض یک محیط شبیه‌سازی شده قرار می‌گیرد و به‌وسیله‌ی تعامل با حواسّ پنج‌گانه، احساس حضور واقعی در آن محیط مجازی برای او ایجاد می‌شود.

طیّ ده سال گذشته، قدرت پردازش رایانه‌ها رشد بسیاری کرده است. از طرف دیگر قیمت ریزپردازنده، حافظه و کارت گرافیکی کاهش چشمگیری داشته است. این افزایش قدرت و کاهش قیمت باعث بوجود آمدن کاربردهای گوناگونی برای واقعیّت مجازی شده است که ده سال قبل قابل دستیابی نبودند. از جمله‌ی این کاربردها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **نمونه‌سازی مجازی:** اکنون صنایع خودروسازی و هواپیماسازی برای تسریع و ارزان کردن طراحی مدل‌های جدید، از واقعیّت مجازی به جای مدل‌های سفالی یا چوبی استفاده می‌کنند. مهندس طراح، نحوه‌ی رانندگی را از نظر در دسترس بودن ارگونومیک فرمان و دنده و اعمال نیرو به آن‌ها به طور مجازی ارزیابی می‌کند. سوار کردن مجازی اجزاء خودرو و نیز تعمیر مجازی خودرو برای ارزیابی سهولت باز و بسته شدن قطعات موتور و قطعات جنبی آن از کاربردهای دیگر واقعیّت مجازی است.

- **آموزش:** استفاده‌ی همزمان از حواسّ بینایی، لامسه و شنوایی کیفیت یادگیری را به شدّت افزایش می‌دهد. به پنج نمونه‌ی آموزش در این جا اشاره می‌شود:

**الف) آموزش علوم مهندسی:** کاربر می‌تواند با حضور مجازی در داخل یک تیر خمشی، تنش و کرنش را به طور بصری و لامسه‌ای تجربه نماید؛ نیروهای دینامیکی یک مکانیزم را درک کند؛ و بسان یک ذره در داخل یک جریان سیال شنا کند و تغییرات فشار، سرعت و دمای سیال را با حواسّ بینایی، لامسه و شنوایی خود تجربه نماید.

ب) آموزش علوم پزشکی: با استفاده از واقعیت مجازی می‌توان انواع جراحی‌ها را به طور مجازی انجام داد. به عنوان مثال، یک دانشجوی پزشکی می‌تواند یک جراحی مجازی بر روی چشم انجام دهد. وی با عینک سه‌بعدی، چشم تحت جراحی را می‌بیند و با همان ابزار واقعی عمل جراحی، نیروهای ناشی از عملکرد ابزار را لمس می‌نماید. پس از پایان عمل جراحی، سیستم واقعیت مجازی کل عمل را برای او تکرار می‌کند و وی حرکت‌های اشتباه خود را متوجه می‌شود و تصحیح می‌نماید.

پ) آموزش علوم پایه و انسانی: در فیزیک می‌توان میدان‌های مغناطیسی را به طور مجازی تجربه کرد؛ در شیمی می‌توان نیروهای بین مولکولی را به طور مجازی لمس کرد؛ و در جغرافی دانش‌آموزان و دانشجویان می‌توانند با سفر مجازی به نقاط مختلف آن محل‌ها را تجربه کنند.

ت) آموزش علوم نظامی و انتظامی: برای ارتقاء سطح آموزش علمی و عملی تیراندازی، شناخت بهتر زمین نبرد و مقابله‌ی بهتر با آشوب‌های شهری، کاربران در محیط شبیه‌سازی شده قرار می‌گیرند و سناریوهای مختلف را تمرین می‌کنند.

ث) آموزش خلبانی و رانندگی: شبیه‌سازهای پرواز مخصوص هواپیما و بالگرد، سناریوهای مختلف پرواز را ایجاد می‌کنند و خلبانان به طور عملی برای مقابله با شرایط مختلف اضطراری آماده می‌شوند. در رانندگی مجازی نیز شبیه‌سازی شرایط مختلف هوا، جاده و عابرین پیاده مهارت رانندگی افراد را به طور محسوسی افزایش می‌دهد.

- تجسم و درک داده‌ها: درک انبوه داده‌های پیچیده مثل میداین زیرزمینی نفت یا توده‌های هواشناسی با استفاده از واقعیت مجازی آسان می‌شود.

- صنعت سرگرمی: تجربه‌ی مجازی محیط‌های پرهیجان مثل سفر به اعماق دریا، سفر به کره‌ی ماه، رفتن به درون آتشفشان، و نیز بازی‌های واقعیت مجازی بسیار نشاط‌آور است.

- **صنعت گردشگری:** آثار باستانی یا طبیعت جذاب شبیه‌سازی می‌شوند و گردشگر آن‌ها را در همان شهر خود تجربه می‌کند تا برای انجام سفر واقعی ترغیب شود.

- **بازاریابی:** کاربر یک کالای واقعی را تجربه می‌کند و سپس به خرید آن کالای واقعی تمایل پیدا می‌کند.

- **روانشناسی:** برخی مشکلات روانشناسی مانند ترس از بلندی و علاقه به سیگار کشیدن بوسیله‌ی واقعیت مجازی درمان می‌شود.

**تدریس در دانشگاه‌های خارجی:** درس واقعیت مجازی در دانشگاه‌های بسیاری در دنیا ارائه می‌شود. حتی در برخی از دانشگاه‌های انگلستان دوره‌ی کارشناسی ارشد واقعیت مجازی نیز وجود دارد که از جمله می‌توان به کالج دانشگاهی لندن [۱] و دانشگاه سالفورد [۲] اشاره کرد. با یک بررسی اجمالی بر روی اینترنت [۳] مشخص می‌شود که این درس در ۲۱۳ دانشگاه جهان تدریس می‌شود. محتوای درس واقعیت مجازی متناسب با رشته‌ی تحصیلی و سابقه‌ی دانشجویان کمی متفاوت است.

[1] [http://www.cs.ucl.ac.uk/teaching/engd/engd\\_taught.html](http://www.cs.ucl.ac.uk/teaching/engd/engd_taught.html)

[2] <http://www.nicve.salford.ac.uk/teaching.html>

[3] <http://www.caip.rutgers.edu/vrtechnology/resources/public/Summary.of.World.Wide.Survey.pdf>