تقدیم به پدر و مادرم آلین و کرت بنگرت که همیشه از من حمایت کردند و اخلاق کاری را به من آموختند و معلمانم جان لمین، دیوید تووی و میچل برگر که کنجکاوی بی حد و حصر را در من برانگیختند متشکرم.

یادگیری ماشین و علوم داده در صنعت نفت و گاز

بهترین شیوه ها، ابزارها، و مطالعات موردی

ویرایش شده توسط:

پاتریک بنگرت

تیم هوش مصنوعی، سامسونگ SDSA واقع در ایالات متحده آمریکا، ایالت کالیفرنیا، خیابان سن خوزه؛

شرکت تکنولوژی‌های الگوریتمی GmbH واقع در آلمان، شهر بدنوهیم، خیابان کوچلر استراسه، پلاک 7

انتشارات حرفه‌ای خلیج، مهر الزویر:

ایالات‌متحده آمریکا، خیابان ۵۰ همپشایر، کمبریج، ام ای ۰۲۱۳۹، طبقه پنجم

انگلستان، کیدلینگتون، بلوار لانگفورد لین، آکسفورد، ۱ GB OX۵

حق چاپ © شرکت الزویر 2021. تمامی حقوق محفوظ است.

ISBN: 978-0-12-820714-

هیچ بخشی از این نشریه را نمی توان به هر شکل یا به هر وسیله الکترونیکی یا مکانیکی، از جمله فتوکپی، ضبط، یا هرگونه سیستم ذخیره و بازیابی اطلاعات، بدون اجازه کتبی ناشر، تکثیر یا منتقل کرد. جزئیات مربوط به نحوه دریافت مجوز، اطلاعات بیشتر درباره سیاست ‌های مجوزهای ناشر و ترتیبات ما با سازمان‌هایی مانند مرکز تأیید حق نسخه‌برداری و آژانس صدور مجوز حق نسخه‌برداری را می‌توانید در وب‌سایت ما بیابید:

www.elsevier.com/permissions

اطلاعیه ها

دانش و بهترین عملکرد در این زمینه دائما در حال تغییر است. همانطور که تحقیقات و تجربه جدید درک ما را گسترش می دهد، ممکن است تغییر در روش های تحقیق، شیوه های حرفه ای یا درمان پزشکی ضروری شود.

پزشکان و محققین باید همیشه به تجربه و دانش خود در ارزیابی و استفاده از هر گونه اطلاعات، روش‌ها، ترکیبات یا آزمایش‌هایی که در اینجا توضیح داده شده است، تکیه کنند. در استفاده از چنین اطلاعات یا روش هایی، آنها باید به ایمنی خود و دیگران، از جمله طرف هایی که مسئولیت حرفه ای در قبال آنها دارند، توجه داشته باشند.

در حد قانون، نه ناشر و نه نویسندگان، مشارکت‌کنندگان یا ویراستاران هیچ‌گونه مسئولیتی در قبال هر گونه آسیب وارده به اشخاص یا دارایی ها به دلیل مسئولیت محصولات، سهل انگاری یا موارد دیگر و یا ایده موجود در مطالب اینجا نخواهند داشت.

اطلاعات فهرست نویسی در انتشارات کتابخانه کنگره

فهرست این کتاب از کتابخانه کنگره در دسترس است.

اطلاعات فهرست نویسی در انتشارات کتابخانه بریتانیا

فهرست این کتاب از کتابخانه بریتانیا در دسترس است.

مشارکت کنندگان

پاتریک بانگرت: تیم هوش مصنوعی، سامسونگ SDSA، سن خوزه، آسیای میانه، ایالات‌متحده؛ تکنولوژی‌های الگوریتمی GmbH، کوچلر استراسه ۷، بد نوهیم، آلمان

جفری کن: شرکت مدکن آلبرتا، بریتیش کلمبیا، کانادا

جیم کرامپتون: مشاوره داده بازتاب، کلورادو اسپرینگز، CO، ایالات‌متحده

پیتر دابروسکی: وینترشال دیا، هامبورگ، آلمان

گوکینگ هانا: دانشگاه نفت چین، پکن، چین پیتر کرونبرگر، وینترن دآ نورج، استاوانگر، نروژ

رابرت ماگالانگ: بهینه‌سازی زنجیره ارزش در ایالت فیلیپس، هیوستون، ۶۶

آرنولد لندجوبو پاگو: دانشگاه نفت چین، پکن، چین

لانگ پنگ: دانشگاه نفت چین، پکن، چین

وو کینگ: دپارتمان توسعه فن‌آوری اطلاعات علمی، شرکت ملی نفت ساحلی چین، پکن، چین

جین شوآ: دانشگاه نفت چین، پکن، چین

پیشگفتار

ما در دنیایی در حال تغییر زندگی می‌کنیم. نه تنها در حال تغییر است، بلکه سرعت تغییر نیز در حال افزایش است. ما وارد دوره‌ای از گذار جهانی باور نکردنی شده‌ایم که جنبه‌های مختلف زندگی ما را تحت‌تاثیر قرار خواهد داد. امروزه، انرژی و دنیای فن‌آوری شاهد تغییرات شدیدی هستند که تحت‌تاثیر عوامل درهم‌تنیده رشد قرار دارند: تقاضای انرژی، تحول سریع سیستم‌های انرژی، عوامل سیاسی، تحولات تکنولوژیک و پیامدهای اجتماعی و فرهنگی.

این تغییرات به طور همزمان به شیوه‌ای که ما زندگی می‌کنیم، روشی که ما کار می‌کنیم، و روشی که ما حرکت می‌کنیم بستگی دارند و بر آن تاثیر می‌گذارند. هیچ چیز مهم‌تر از کنار هم آوردن قدرت رهبری، تخصص دامنه، دانش، و بسیاری از درس‌های تمدن‌های گذشته و انقلاب‌های صنعتی نیست.

در بخش انرژی، صنعت نفت هنوز مهم‌ترین منبع انرژی و تامین‌کننده مواد اولیه برای بسیاری از صنایع است. این صنعت همچنین تحت‌تاثیر فن‌آوری‌های متحول‌کننده است که پتانسیل عظیمی را برای ترسیم مجدد نه تنها زیرساخت‌های فیزیکی بلکه همچنین فضای فکری، مدل‌های کسب‌وکار و سیستم‌های مدیریت دارایی ارائه می‌دهند. این صنعت نفتی بسیار متفاوت از صنایع دیگر است. این یکی از معدود صنایعی است که به عنوان مولد داده‌های بزرگ از طریق مراحل مختلف از اکتشاف تا رها شدن درک می‌شوند. این صنعتی است که برای دهه‌ها تمام انواع داده‌ها را در خود ذخیره کرده‌است زیرا به شدت به این داده‌ها در مدیریت دارایی‌هایش و اجرای عملیات‌هایش وابسته است. شرکت‌ها در صنعت نفت مخالف ریسک هستند و به دلیل ماهیت کسب و کارشان استانداردهای ایمنی شدیدی دارند. هیچ یک از این شرکت‌ها نمی‌توانند بدون فرآیندهای تصمیم‌گیری مناسب کار کنند که تا حد زیادی بر فن‌آوری‌های کافی، تجربه، و تجزیه و تحلیل داده تکیه دارند. پیشرفت‌های اخیر در دنیای دیجیتال از جمله افزایش قدرت کامپیوتر و پردازش اطلاعات، سرعت ارتباطات و کاهش هزینه ذخیره‌سازی داده‌ها؛ بسیاری از شرکت‌ها در صنعت نفت به سرعت کسب‌وکار دیجیتال خود را گسترش داده و به دنبال استخراج یا تولید ارزش جدید و شناسایی فرصت‌های بالقوه از داده‌های قدیمی و جدید خود هستند که با مدل‌های کسب‌وکار موجود یا جدید تکمیل می‌شوند. بسیاری از این فرصت‌ها را می توان شناسایی کرد اگر مکانیسم اساسی در فرمت عددی قرار گیرد و در زبان فرمول‌های ریاضی، زبان علم داده محصور شود. هدف علم داده بدست آوردن، تمیز کردن و تصحیح داده‌های لازم و هدف یادگیری ماشین برای تولید فرمول‌ها (یعنی دانش جدید)است. با این دانش جدید، انتظار می‌رود که مدیران دارایی‌ها بهتر عمل کنند.

نویسندگان این کتاب از بحث درباره اینکه چه چیزی ممکن است دست‌یافتنی باشد، عقب‌نشینی کرده‌اند و در عوض آن‌ها با کاوش اساسی‌تر پتانسیل یادگیری ماشین شروع کردند و نشان دادند که چگونه می‌تواند به صنعت نفت کمک کند. آن‌ها به وضوح نشان داده‌اند که یادگیری ماشین به خودی خود یک هدف نیست بلکه یک وسیله است. انتظار نمی‌رود که هیچ‌کس یک تکنولوژی را به خاطر آن و یا به خاطر اغراق در اطراف آن، اما به خاطر منافعی که ممکن است به همراه داشته باشد، اجرا کند. ​

امروزه، یادگیری ماشین یکی از گسترده‌ترین تکنیک‌های تجزیه و تحلیل داده در صنایع مختلف از جمله مراقبت‌های بهداشتی، آموزش، تولید، خودرو، خرده‌فروشی، مالی، تدارکات، حمل و نقل و انرژی از جمله نفت و گاز است. هیچ‌کس ارزشی را که این تکنولوژی در صورت اعمال مناسب و در مقیاس بزرگ به ارمغان می‌آورد، انکار نمی‌کند. من می‌توانم ببینم که در نهایت هیچ صنعتی وجود نخواهد داشت که توسط یادگیری ماشینی دست‌نخورده باقی بماند، چرا که این صنعت دارای پتانسیل توانمند سازی انسان‌ها برای انجام کاری است که ممکن است امروزه غیر ممکن به نظر برسد. در صنعت نفت و گاز، یادگیری ماشین در حال حاضر در طیف گسترده‌ای از بخش‌های تجاری اجرا یا آزمایش شده‌است و این صنعت در مورد گسترش برنامه‌های کاربردی خود بسیار بلند پروازانه است و در مورد تاثیر مثبت آن بسیار خوش بین است. ​

اگرچه بسیاری از چالش‌ها در صنعت نفت جهانی هستند، اما بسیاری از راه‌حل‌ها، مطالعات ارزیابی و اقدامات اصلاحی تقریبا محلی هستند. تنها تعداد کمی از شرکت‌ها در انتقال و تبادل تجربه و یادگیری از موفقیت‌ها و شکست‌های خود موثر هستند. این کتاب گواه روشنی از تمایل مولفان آن برای نشان دادن معنی و اهمیت به اشتراک گذاری دانش محلی در سطح جهانی است. ​

این کتاب مروری بر زمینه یادگیری ماشین ارائه می‌دهد و به بسیاری از موارد مورد استفاده در صنعت نفت و گاز اشاره می‌کند که در آن مشکلات از قبل حل شده‌اند. نکته یادگیری ماشین حول محور به طور امیدوار کننده‌ای روشن خواهد شد زیرا این کتاب بر آنچه که می‌تواند به طور واقع‌بینانه با ابزارهای موجود انجام شود، تمرکز می‌کند. هدف آن ارائه بیشتر درک اساسی از صنعت نفت و یادگیری ماشینی به شیوه‌ای است که برای همه راحت باشد. این مقاله مفاهیم اساسی کاربردهای مختلف یادگیری ماشین در صنعت نفت و گاز را خلاصه می‌کند و وانمود نمی‌کند که یک بررسی جامع از جزئیات ارائه می‌دهد اگرچه مراجع به کتاب‌هایی که چنین بازبینی‌هایی را فراهم می‌کنند در جایی که مناسب هستند گنجانده شده‌اند. در حالی که این کتاب شما را به یک یادگیرنده ماشین تبدیل نمی‌کند، دانش کافی برای هدایت موثر خود با دانشمندان داده و همچنین توانایی انعکاس کیفیت کلی و نتایج یک پروژه را فراهم می‌کند. ​

این کتاب به چهار گروه اصلی خوانندگان می‌پردازد: متخصصان نفت و گاز، یادگیرندگان ماشین و دانشمندان داده، دانشجویان و محققان، و عموم مردم. ​مخاطب اصلی هر فردی است که در صنعت نفت و گاز کار می‌کند و می‌خواهد بفهمد که یادگیری ماشین چیست و چگونه برای این صنعت به کار می‌رود. ​

یادگیرندگان ماشین و دانشمندان داده در مورد صنعت نفت و گاز و پیچیدگی‌های آن و همچنین موارد استفاده از روش‌های آن‌ها در این صنعت یاد خواهند گرفت. آن‌ها آنچه را که یک متخصص نفت و گاز انتظار دارد از این فن‌آوری و نتیجه نهایی ببیند، خواهند آموخت. این کتاب برخی از آن‌ها را در چشم‌انداز قرار می‌دهد. ​

از موضوعاتی که توجه دانشمندان علوم داده را به خود جلب کرده‌است، مانند زمان آموزش و دقت مدل، و این موارد را به نیازهای کاربر نهایی مرتبط می‌سازد. ​ این کتاب همچنین دانشجویان تحصیلات تکمیلی و محققان را در برهه حساس تحقیقات در مبانی و کاربردهای یادگیری ماشین در صنعت نفت و گاز هدف قرار می‌دهد. ​ برای عموم مردم، این کتاب یک مرور کلی از آخرین هنر در به کار بردن یک زمینه هایپ(نوین) مانند یادگیری ماشینی برای یک صنعت قدیمی جهان ارائه می‌دهد. ​

کتاب را می توان به دو بخش تقسیم کرد. فصل‌های اول درباره صنعت نفت و یادگیری ماشینی با چالش‌های مدیریتی مرتبط بحث می‌کنند. نیمه دوم فصل های کتاب بر مطالعات موردی عملی تمرکز دارد که توسط شرکت‌های نفتی انجام شده‌است و در مورد آنچه که قبلا انجام‌شده و همچنین آنچه که این حوزه قادر به انجام آن است، گزارش شده‌است. در این زمینه، خواننده قادر خواهد بود تا قضاوت کند که چه مقدار از بازاریابی در اطراف یادگیری ماشین، اغراق است و چه مقدار واقعیت است. ​

اگر یک شرکت نفت و گاز از مشاوره ارائه‌شده در اینجا برای تسهیل یک پروژه یادگیری ماشینی یا مجموعه‌ای از ابزارها برای ایجاد ارزش استفاده کند، این کتاب به هدف خود دست خواهد یافت. این تا حدی به عنوان یک کتابچه راهنمای آموزشی و تا حدی الهام‌بخش مدیران شرکت‌های نفتی است که می‌خواهند از یادگیری ماشینی و هوش مصنوعی برای بهبود صنعت و کارایی آن استفاده کنند. ​

به این ترتیب، این کتاب عمدا طراحی شده‌است تا آغازگر بحث پرشوری برای آنچه که من به عنوان یکی از مهم‌ترین مباحث دنیای دیجیتال در نظر می‌گیرم، باشد. من معتقدم که نویسندگان در ماموریت خود برای باز کردن و تحریک بحث‌های بیشتر موفق بوده‌اند. در انتقال سریع سیستم‌های انرژی، چنین بحث‌هایی ضروری هستند و تنها با تحقیقات بنیادین، فارغ از محدودیت‌های اقتصادی و سیاسی، و توسط افراد آزاد برای تجدید نظر درباره محیط کسب‌وکار چالش برانگیز فعلی ما قابل‌دستیابی هستند. ​

من واقعا معتقدم که یک دلیل اصلی برای ادامه، رشد و شکوفایی جوامع و صنایع، وجود اعضای برجسته‌ای است که تجربه، دانش و الهام ارزشمند خود را سخاوتمندانه به اشتراک می‌گذارند. ​ من عمیقا از نویسنده برجسته، پاتریک بنگرت، و نویسندگان دیگر برای نوشتن این کتاب سپاسگزارم. علاوه بر این، امیدوارم که این کتاب الهام‌بخش شما باشد تا عمیقا در مورد فرصت‌هایی که یادگیری ماشین می‌تواند ایجاد کند فکر کنید، و من شما را دعوت می‌کنم تا با به اشتراک گذاری داستان خود به این سفر کمک کنید​.

​

Saeed M. Al Mubarak​​​​​​​

 رئیس، بخش فنی انرژی دیجیتال SPE‏ (۲۰۱۷ - ۲۳) ‏رئیس کمیته استاندارد و رئیس برنامه فنی آکادمی FDD) &(P وابسته به گروه آرامکو سعودی

فصل ۱

​​​​​​​​

مقدمه

​​​​​​​​

پاتریک بنگرت

ایالات‌متحده، خیابان سامسونگ SDSA، شهر سن خوزه، تیم هوش مصنوعی؛ آلمان، خیابان بد نوهیم، خیابان کوچلر استراسه، پلاک ۷، تکنولوژی‌های الگوریتمی GmbH

1.1 این کتاب مخصوص چه کسانی است؟

​​​​​​

در ابتدا باید گفت که این کتاب به طور کلی در مورد به کارگیری علم یادگیری ماشین در صنعت نفت و گاز و استفاده از مجموعه داده‌های صنعتی در این زمینه می‌باشد. دانش علمی که این کتاب برای مدیران پروژه‌های مرتبط و مشابه فراهم می‌کند به درک آن‌ها در تفسیر نتایج و فهمیدن اینکه اصلا باید به دنبال چه چیزی باشند کمک شایانی می‌کند. اگر چه شما را به یک فرد متخصص در یادگیری ماشین تبدیل نمی‌کند اما هر آنچه که برای داشتن یک مکالمه علمی دو طرفه موفق با افراد متخصص در این زمینه و فهم حرف آن‌ها نیاز است برای شما به ارمغان می‌آورد. همچنین موارد و نکات فراوانی در مدیریت چنین پروژه‌هایی به شما می‌آموزد. همانطور که خواهید دید، بیش از ۹۰ % از کل کارهایی که در این گونه پروژه‌ها انجام شده است ماهیت ریاضیاتی ندارند، پس بنابراین ما سعی کردیم تمام این جنبه‌ها را نیز در کتاب پوشش دهیم. ​

یک پروژه یادگیری ماشین شامل چهار عنصر اصلی است:

1. **مدیریت**: تعریف وظیفه و هدف اصلی، گردآوری تیم اجرایی، تامین بودجه، ارزیابی اقتصادی پروژه و هماهنگ کردن دیگر مراحل فرآیند.
2. **مدل‌سازی**: جمع‌آوری داده، توصیف مسئله، تربیت و آموزش مدل و سپس بررسی و ارزیابی درستی و دقت مدل.
3. **استقرار**: یکپارچه‌سازی مدل با دیگر زیرساخت‌ها به نحوی که بتواند به طور مداوم و برخط اجرا شود.
4. **مدیریت تغییر**: ترغیب کاربران هدف به توجه و استفاده از سیستم جدید و تغییر رفتار آن‌ها براساس آن. ​

اکثر کتاب‌های نوشته شده در استفاده علم داده در صنعت عمدتا درباره مورد اول بحث می‌کنند. همچنین بسیاری از کتاب‌های یادگیری ماشین تنها با مورد دوم سر و کار دارند. در حالی که برای داشتن یک داستان زیبا در آخر کار این کل فرآیند است که نیاز است. در واقع، مرحله چهارم یعنی مدیریت تغییر در اکثر مواقع حیاتی‌ترین عنصر است. هدف ما در این کتاب بحث و گفت و گو در مورد هر چهار مورد ذکر شده است.

جامعه هدف اصلی این کتاب سه گروه است : متخصصان نفت و گاز، متخصصان یادگیری ماشین و خبرگان علم داده؛ هر چند عموم مردم نیز می‌توانند بهره‌مند شوند.

​​​​ **متخصصان نفت و گاز** مثلا مدیران سطح C، مدیران کارخانه‌ها، و مهندسان فرآیند با خواندن این کتاب خواهند فهمید که یادگیری ماشین چه قدرتی دارد و چه مزایایی را به همراه می‌آورد. این کار یک هنر است و در واقع شما با این هنر یاد می‌گیرید چطور در کار خود مثل تراکتور پاداش‌ها را جمع کنید. شما را آماده می‌کنیم تا با متخصصان علم داده بحث و گفت و گو کنید تا در نتیجه بفهمید به دنبال چه چیزی هستید و چگونه نتایج را تجزیه و تحلیل کنید. ​

**متخصصان یادگیری ماشین و علم داده** در مورد صنعت نفت و گاز و پیچیدگی‌های آن و همچنین نحوه استفاده از روش‌های علمی خود در این صنعت خواهند آموخت. شما یاد می‌گیرید که یک متخصص نفت و گاز چه چیزی را از علم شما و نتیجه نهایی که به او ارائه می‌دهید انتظار دارد ببیند. این کتاب مسائلی را که برای متخصصان داده در اولویت قرار دارد و مرکز توجه است، مثل زمان مورد نیاز برای آموزش مدل و دقت مدل، به تصویر می‌کشد و سپس آن‌ها را با نیازهای کاربر نهایی مرتبط می‌کند. ​

​ برای **عموم مردم**، این کتاب مثل یک مرور کلی از آخرین پیشرفت‌های حاصله از به کارگیری یک رشته نو ظهور مانند یادگیری ماشین در یک صنعت قدیمی جهان است. این کتاب به شما می‌آموزد که چگونه این دو حوزه کار می‌کنند و اینکه چگونه در کنار هم می‌توانند مشکلات صنعت را کم کنند؛ کدام صنعت؟ صنعتی که خود مهم‌ترین راه تامین انرژی جهان است. ​

یکی از اساسی‌ترین نکات، که باید به آن توجه ویژه‌ای داشته باشیم، این است که یک پروژه یادگیری ماشین برای عملی شدن به چیزی بسیار بیشتر از صرفا علم یادگیری ماشین نیاز دارد. برای شروع کار هم به داده با کیفیت و خوب و هم به دانش سایر رشته‌هایی که پروژه تحت آن‌ها انجام میشود نیاز است؛ و پس از آن بودجه کافی، پشتیبانی و مهم‌تر از همه مدیریت تغییر از اساسی ترین نیازها است. تمام این جنبه‌ها به گونه‌ای در نظر گرفته شده‌اند و به نحوی در کنار هم قرار گرفته‌اند که به شما یک دیدگاه جامع ۳۶۰ درجه از یک پروژه یادگیری ماشین صنعتی واقعی بدهد. ​

کتاب را می توان به دو بخش تقسیم کرد. ۸ فصل اول در مورد مسائل عمومی یادگیری ماشین و چالش‌های مدیریتی آن است. نیمه دوم کتاب روی موارد مطالعاتی تمرکز دارد که در کارخانه‌های صنعتی به صورت عملی انجام شده‌اند و همچنین گزارش‌هایی را از عملکرد آنچه که قبلا انجام شده‌است بررسی می‌کند و توانایی‌ها و مزیت‌های اعمال طرح روی آن‌ها را به نقد می‌گذارد. با خواندن این کتاب، خواهید فهمید که چه مقدار از بازاریابی و درآمدزایی که درباره یادگیری ماشین گفته می‌شود اغراق و چقدر از آن واقعیت است.

**1.2 پیش‌نمایشی از محتوای کتاب**

​​​​​​ کتاب در فصل ۲ با علم داده شروع می‌شود که در آن تمرکز ما روی تجزیه و تحلیل، تمیز کردن و آماده‌سازی یک مجموعه داده برای انجام کارهای مربوط به یادگیری ماشین است. اگر بخواهیم به طور عملی نگاهی به پروژه‌های بررسی شده در این کتاب بیاندازیم، حدود ۸۰ % از کارهای هر کدام از این پروژه‌ها به دقت در مباحث آورده شده است البته این 80 درصد بدون در نظر گرفتن مسائل مربوط به مدیریت تغییر و اعمال و استقرار یک مدل نهایی در سیستم است که این همان 20 درصد را تشکیل می‌دهد. سپس در فصل 3 به بررسی اجمالی رشته یادگیری ماشین می‌پردازیم و در آن جا نیز تمرکز بر روی ایده‌های اصلی است؛ و به همه سوالاتی مثل اینکه یک مدل چیست، چطور یک مدل بسازیم، و چطور آن را قضاوت و تحلیل کنیم و اینکه آیا مدل ما مدل خوبی است یا نه پاسخ واضحی می‌دهیم. سعی می‌کنیم به طور خلاصه انواع مختلف مدل‌ها را ارائه دهیم تا کسی که آن‌ها را مطالعه می‌کند گزینه‌های پیش روی خود برای استفاده‌ی بالقوه از این مدل‌ها را درک کند. ​

در فصل ۴ مروری می‌کنیم بر وضعیت یادگیری ماشین در صنعت نفت و گاز، هر چند که تلاش نکردیم که همه چیز را به طور کامل و دقیق بیاوریم با این حال این فصل مجموعه بزرگی از موارد استفاده علم یادگیری ماشین در صنعت را پوشش می‌دهد و مراجعی را برای مطالعه بیشتر را فراهم می‌کند. با خواندن این فصل شما توانایی تمیز دادن این که یک پروژه ممکن، شدنی و قابل عملیاتی باشد یا نه این به اتمام رساندن این پروژه صرفا یک اغراق و خوشبینی است را پیدا می‌کنید. ​

در فصل ۵، جیم کرامپتون به چگونگی به دست آمدن داده‌ها، منتقل شدن، ذخیره شدن و آماده شدن آن‌ها برای تجزیه و تحلیل می‌پردازد. این روش‌ها پیچیده و متنوع هستند و ستون فقرات هر تحلیلی را تشکیل می‌دهند. بدون جمع‌آوری مناسب داده، یادگیری ماشین غیر ممکن است، این فصل در مورد وضعیت چگونگی به دست آوردن داده ها در صنعت و اینکه اصلا چه داده‌هایی نیاز است بحث و گفت و گو می‌کند. ​

موارد مطالعاتی که به تجاری‌سازی رسیده‌اند و وارد مرحله اقتصادی شده‌اند همواره با مسئله مدیریت سر و کار داشته‌اند که رابرت ماگالنگ در فصل ۶ به تحلیل آن می‌پردازد. قبل از انجام یک پروژه، واجب است هزینه‌ها و سودهای احتمالی مورد انتظار برآورد شود. همچنین بعد از پروژه، سود حاصله آن باید ارزیابی و پایش شود. اگر یادگیری ماشین به درستی انجام شود می‌تواند مزایای قابل‌توجهی داشته باشد. این که چگونه این مهم حاصل شود در این فصل مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

موفقیت در مدیریت پروژه‌های یادگیری ماشین وابسطه به عوامل مختلفی است؛ عواملی چون داشتن یک دانش عمومی نسبت به سایر رشته‌های مرتبط با پروژه و انتظارات کاربر هدف. در طول انجام یک پروژه‌ها در رشته جدیدی مثل یادگیری ماشین، گاها به تغییر در خواسته‌ها و انتظارات کاربر رو به رو می‌شویم. در فصل ۷، پیتر دابروسکی روش سریع مدیریت چنین پروژه‌هایی را بیان می‌کند روشی که در ارائه به موقع پروژه‌ها، تعیین بودجه و سایر مشخصات آن‌ها کمک به سزایی کرده است و موفقیت‌های چشمگیری را به دنبال داشته است. ​

بسیاری از پروژه‌ها در مرحله اثبات مفهوم گیر می‌کنند و به مرحله بعد راه نمی‌یابند. نگاهی عمیق‌تر به این برزخ لعنتی برای یک پروژه را جفری کن در فصل ۸ ارائه داده است. روش حل این قضیه نیز خیلی ساده می‌توان گفت ایجاد ارتباط بین طرفین است تا هر دو طرف نیازها و انتظارات خود را با هم در میان بگذارند. این انتظار اپراتور که "موضوع یا چیز خاصی توسط ماشین یاد گرفته شود" نیز انتظار به جا و حقی است، و می‌توان آن را در پروژه لحاظ کرد تا از طرف تیم توسعه نرم‌افزاری قبل از انتشار و ارائه نرم افزار به آن افزوده شود. ​

در فصل‌های بعدی به بحث درباره مواردی می‌پردازیم که یادگیری ماشین به طور ملموس در صنعت نفت و گاز استفاده و مؤثر واقع شده است.

در فصل ۹، وو کینگ کاربرد یادگیری ماشین در قسمت‌های مختلف شرکت ملی نفت فراساحلی چین )‏CNOOC‏( در درجه اول با تمرکز بر اکتشاف و پالایش را ارائه می‌دهد. ​

راه‌اندازی توربین‌های گازی همواره در گسترش انتشار آلودگی‌های محیطی مثل گازهای NOx یا SOx در اتمسفر بسیار اثرگذار هستند و آسیب‌های فراوانی را به همراه دارند. با بهره‌گیری از یادگیری ماشین، می‌توان سنسورهای فیزیکی آلودگی سنج را مستقر کرد و مدلی برای میزان انتشار بدست آورد. داده‌های حاصله از این سنسورها نه تنها قابل‌اعتمادتر هستند، بلکه امکان کنترل شرایط با پیش‌بینی مدل بدست آمده را فراهم می‌کنند و در نتیجه قادر به کاهش آلودگی هستیم. در فصل ۱۰ شاهد حفیظ این موضوع را توضیح می‌دهد. ​

الگوریتم ساده‌ای داریم به نام تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی که در فصل ۱۱ کاربرد زیادی دارد. در این فصل، لانگ پنگ، خراب شدن پمپ‌های ESP را پیش‌بینی می‌کند. ​این در واقع مشهورترین مورد استفاده یادگیری ماشین در صنعت است: تعمیر و نگهداری پیش‌بینی شده.

یک روش پیش‌بینی و طبقه‌بندی برای پمپ‌های کله اسبی در فصل ۱۲ ارائه شده‌است که در آن می توان مشکلات را قبل از خرابی پمپ تشخیص داد و بر مبنای آن برنامه تمهیدات تعمیر و نگهداری به موقع را برنامه‌ریزی کرد.

​پیش‌بینی پدیده لخته‌ای در چاه‌هایی با فرازآوری گازی توسط پیتر کرونبرگر در فصل ۱۳ ارائه شده‌است. اثر این پدیده نگران کننده در صورتی که چوک‌ها در زمان مناسب بسته شوند به حداقل می‌رسد. این نرم‌افزار پیچیده و پیشرفته کنترل فرآیند با استفاده از مدل پیش‌بینی سری‌های زمانی کار کند. ​

​​

**1.3 نگاهی به صنعت نفت و گاز**

میلیون‌ها سال پیش، وقتی موجودات دریایی و گیاهان مردند و در کف اقیانوس‌ها یا مرداب‌ها انباشته‌ شدند، با پوشیده شدن آن‌ها توسط رسوب‌های بیشتر گاها شرایطی پیش می‌آمد تا در محیط‌هایی قرار بگیرند که با کمبود اکسیژن همراه بود. با گذشت زمان، رسوب روی لایه‌های بالایی و به تبع آن فشار و دما بیشتر و بیشتر می‌شد. تحت این شرایط، مواد آلی به آرامی به مجموعه‌ای از مولکول‌های هیدروکربن تبدیل شدند. البته باید گفت که این یک توصیف خیلی ساده از یک فرآیند پیچیده است و برای پیدایش نفت مکانیسم‌های دیگری نیز وجود دارد.

هنگامی که قاره‌ها حرکت کردند و سطح زمین تغییر کرد، ساختار لایه‌های رسوبی نیز تغییر کردند. فشار ناشی از این حرکت برخی از ته‌نشست‌ها و هیدروکربن‌های تازه ایجاد شده را مجبور کرد که به جاهای دیگر جریان پیدا کنند(مهاجرت کنند). بعضی از این مکان‌هایی که مهاجرت به آن صورت می‌گرفت ویژه بودند به طوری که این رسوبات را از مناطق دور دست مختلف در خود جمع می‌کردند و از بالا با یک لایه سنگی نفوذناپذیر پوشیده شده بودند که پوش سنگ نام دارد. این مکان‌ها در واقع انبار هیدروکربن‌ها هستند و در اصطلاح نفتی مخزن نامیده می‌شوند. پیدا کردن مخازن یک کار پیچیده و دشوار است چون آن‌ها اغلب در زیر زمین قرار دارند و دسترسی به آن‌ها دشوار است. وظیفه کشف و شناسایی هیدروکربن زیر زمین بر عهده مهندسین نفت - اکتشاف می باشد. ​

بر خلاف افکار عموم که اکثرا بر این باورند که یک مخزن معمولا شبیه به یک دریاچه نفتی زیرزمین است اما واقعیت این گونه نیست بلکه در حقیقت آن پایین پر از سنگ متخلخل است که منافذ ریز آن با نفت پر شده است. بسته به ساختار و تاریخچه آن، فشار داخلی مخزن ممکن است به اندازه کافی بالا باشد، که اگر چاهی در آن حفر کنیم، نفت به طور طبیعی بدون اعمال نیرو از آن خارج شود. در موارد دیگر، فشار داخلی برای انتقال نفت به سطح زمین کافی نیست و فرآیند استخراج با کمک پمپ انجام می‌شود. این فرآیندی است که به عنوان فرازآوری مصنوعی شناخته می‌شود. برای اینکه شناختی از ابعاد یک چاه داشته باشیم باید گفت ​یک چاه ممکن است صدها متر عمق داشته باشد و فقط نیم متر قطر داشته باشد. چنین ساختار سستی اگر به حال خود رها شود، فرو می ریزد و بنابراین اغلب در حین حفاری باید به آن رسیدگی شود. وقتی چاه حفاری شد و نفت در کف آن یافت شد، باید چاه از بالا بسته و به یک سیستم خط لوله متصل شود که نفت را از چاه به مکان‌های فرآوری بعدی منتقل کند. به این کار در صنعت نفت تکمیل چاه می‌گویند. ​

به مدیریت چاه از آغاز بهره برداری، تا انتهای عمر آن که ممکن است چندین دهه طول بکشد تولید می‌گویند. در طول تولید با گذشت زمان که فشار مخزن افت می کند و شرایط و خواص مخزن تغییر می کند، تجهیزات موجود در چاه نیز باید دائما نظارت شود و متناسب با تغییرات مخزن تعویض و نگهداری شود. اصل کار و زحمت و هزینه‌ای که برای یک چاه صورت می گیرد در طول تولید است و به خاطر تعمیراتی است که باید روی تجهیزات چاه انجام شود چرا که در طول سال‌های متمادی کهنه و خراب می‌شوند.

هنگامی که سیال مخزن به سطح آمد، متوجه می‌شویم که ترکیبی از هیدروکربن‌های گازی (گاز طبیعی)، هیدروکربن‌های مایع (نفت خام)، آب و ذرات معلق است که بیشتر آن شن و ماسه است. این گونه جریانات از سیال‌ها را جریان چند فازی می نامند و در چنین سیالاتی برای هر چاه یا مخزن، ترکیب درصد هر کدام از این گروه‌ها و ترکیب درصد اجزاء هیدروکربن تولیدی می‌تواند متفاوت باشد. این چهار گروه درون سیال را باید قبل از انقال برای فروش یا هر گونه عملیاتی روی سیال در همان محل چاه جداسازی کرد. ​

در کل تمام این مراحل از اکتشاف تا حفاری، تکمیل و تولید را روی هم بالادست می‌نامند. در واقع اصطلاح صنعت نفت و گاز به طور ضمنی به بالادست اشاره دارد. با این حال، این پایان سفر نیست. برای به دست آوردن اطلاعات بیشتر درباره صنعت بالادست، می توانید به (Hyne 2012)‏ مراجعه کنید.​ ​

اجزای مفید نفت خام از چاه با خطوط لوله به مراکز فراورش منتقل می‌شوند. اینها لوله‌هایی هستند که ممکن است بیش از صدها مایل روی زمین‌های ناهموار امتداد داشته باشند و می‌توانند نفت و گاز را بدون مخلوط شدن آن‌ها منتقل کنند. سرانجام این خطوط لوله یا به پالایشگاه‌ها و یا به محل بارگیری بندر که در آن سیال در تانکرهای کشتیرانی آماده فروش و انتقال می‌شود منتهی می‌شوند. فرآیند انتقال نفت خام و گاز طبیعی از سر چاه به کارخانه فرآورش را صنعت میان‌دستی نفت و گاز می‌نامند.​ ​

از آنجایی که ترکیب نفت خام ترکیبی بی قاعده از انواع مختلف هیدروکربن‌ها است، نمی توان عملا از آن بدون فرآروش همان طوری که هست استفاده کرد. باید فرآوری شود و هیدروکربن‌های مختلف به دسته های مشابه تقسیم شوند. به خصوص زنجیره های هیدروکربنی طولانی عملا مفید نیستند و باید به زنجیره های کوتاه تر تقسیم شوند. فرآوری نفت خام به دسته‌هایی از زنجیره‌های هیدروکربنی بر اساس طول آن‌ها به عنوان فرآیند پالایش شناخته می‌شود و در یک کارخانه بزرگ به نام پالایشگاه صورت می‌پذیرد. بسته به هزینه حمل و نقل این پالایشگاه‌ها می‌توانند در نزدیکی مخازن نفتی یا نزدیک به مصرف کنندگان نهایی محصولات تأسیس گردند. ​

برخی از محصولات یک پالایشگاه به خودی خود محصولات نهایی مفیدی هستند؛ به خصوص گاز، بنزین و نفت کوره. گاز به طور کلی به عنوان سوخت برای تولید گرما و یا برق استفاده می‌شود. بنزین به شکل‌های خاص متنوعی مثل نفت سفید به عنوان سوخت هواپیماها، بنزین معمولی به عنوان سوخت خودروها و دیزل به عنوان سوخت برای برخی ماشین‌های دیزلی و کامیون‌ها و همچنین کشتی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. نفت کوره در عین ارزان بودن سوخت اصلی تامین نیاز گرمایشی مردم محلی در بسیاری از کشورهای سرد است.​

دیگر محصولات یک پالایشگاه تحت فرآیندهای پالایشی بیشتر قرار می‌گیرند تا طیف وسیعی از دیگر محصولات پتروشیمی تولید شوند. این محصولات مخصوصا هیدروکربن‌های کاملا خالص هستند که خود به عنوان ماده اولیه تولید بسیاری دیگر از محصولات پتروشیمی در صنعت به کار می‌روند. یا اینکه روی آن‌ها اصلاحات بیشتر صورت می‌گیرد تا غنی‌تر شده و به عنوان محصول نهایی به فرش برسند. به دلیل تنوع محصولات، تاسیساتی که این کار را انجام می‌دهند نیز کاملا متنوع هستند و هر کدام مخصوص فراورش یک ماده هستند. همه این واحدهای فراورش روی هم را به عنوان صنعت پتروشیمی و یا پایین دست نفت و گاز می‌شناسیم. اگر بخواهیم یک تعریف کلی از صنایع شیمیایی هم داشته باشیم باید گفت صنعتی که هر آن چه که از پتروشیمی خارج می‌شود را دریافت و پس از انجام فرآیندهایی محصول نهایی را آماده مصرف در خانه مصرف‌کننده می‌کند صنعت شیمیایی نام دارد که طیف وسیع‌تری از محصولات را تولید می‌کند. ​

اغلب اهمیت نفت خام به عنوان یک منبع اساسی تامین ماده برای گسترش تمدن نوین دست‌کم گرفته می‌شود. اما اگر بخواهیم از لحاظ حجم استفاده بحث کنیم، استفاده اصلی نفت خام تامین سوخت و ایجاد نیروی محرکه ماشین‌ها، هواپیماها، کشتی‌ها و غیره و همچنین به عنوان منبع گرما است و الکتریسیته است که الکتریسیته خود از سوختن نفت و تولید گرما حاصل می‌شود. اما نفت خام از طریق صنعت پتروشیمی راه خود را به طیف گسترده‌ای از کالاها که ما هر روز از آن‌ها استفاده می‌کنیم باز کرده است. تولید بیشتر این کالاها بدون وجود نفت خام دشوار خواهد بود. در اینجا لیستی از چند محصول منتخب که برای تولید متکی به نفت خام هستند آورده شده‌است:

* بیشتر پلاستیک‌ها و تمام محصولات ساخته‌شده از پلاستیک‌ها مانند بطری‌ها و اسباب‌بازی‌ها
* الیاف مصنوعی مورد استفاده در لباس و دیگر محصولات پارچه‌ای مانند چادر، چتر، پرده، فرش
* چرخ‌ها، اسباب‌بازی‌ها، عینک، کلاه ایمنی، رنگ
* شامپو و بسیاری از لوازم آرایش مانند رژلب، خمیر دندان، و کرم اصلاح صورت
* دریچه‌های قلب، و اعضای مصنوعی
* لینولیوم و دیگر سطوح مصنوعی
* کود و آفت‌کش

این لیست نشان می‌دهد که ما در زندگی عادی خود بارها با محصولات نفتی سر و کار پیدا می‌کنیم. عمده آسایش مادی ما در زندگی بر پایه نفت به عنوان اصلی‌ترین ماده خام ضروری است.

**1.4 تاریخچه مختصری از اکتشاف نفت**

مکان‌های کمی روی زمین وجود دارند که در آن هیدروکربن‌ها آزادانه در سطح موجود باشند. یکی از این مکان‌ها دریای مرده است که در آن می توان قیر (Bitumen)، نوعی نفت بسیار غلیظ را با دست جدا کرد. این منبع اولیه قیر برای تمدن مصر در دوران باستان بود که در آن به عنوان عایق، چسب، بخور، رنگدانه و ضد آب استفاده می‌شد. قبلاً در دوران باستان، قیر را حرارت می‌دادند و با مواد دیگر ترکیب می‌کردند تا محصولاتی به دست آید، نمونه‌ای از پالایش در دوران باستان. بنابراین، استفاده از نفت به آغاز تمدن بشری و شاید حتی قبل‌تر از آن باز می‌گردد.

نفت در دوران باستان هم ماده‌ای ارزشمند به شمار می‌آمد و تقریبا در کمتر مکانی یافت می‌شد. طبیعی است که مردم سعی می‌کردند نفت بیشتری پیدا کنند. همانطور که امروز می‌دانیم، موفقیت در جست‌وجو و یافتن نفت به میزان دانش زمین‌شناسی ما بستگی دارد دانشی که به ما بینشی در مورد چگونگی تکامل پوسته زمین می‌دهد. جای تعجب نیست که انجام عملیات اکتشاف درست و حسابی تا عصر نوین امکان پذیر نبود.

بهره‌برداری به روز و نظام‌مند نفت به ۲۷ آگوست ۱۸۵۹ برمی‌گردد، یعنی زمانی که سرهنگ دریک موفق شد چاهی را که به نفت رسیده بود در تیتوسویل، ایالت پنسیلوانیا در ایالات‌متحده آمریکا حفاری کند. تا قبل از این نقطه از تاریخ، اکتشاف و تولید نفت تصادفی و بیشتر مبتنی بر یافته‌های ضمنی صورت می‌گرفت تا یک تحقیق از پیش برنامه‌ریزی‌شده قاعده‌مند. این صنعت به سرعت در ایالات‌متحده و سایر کشورها گسترش یافت. در حدود سال ۱۹۰۰، امپراتوری روسیه تولید کننده اصلی نفت بود، در حالی که ایالات‌متحده در اوایل دهه ۱۹۰۰ با پیشرفت‌های قابل‌توجه‌ی که در مکزیک داشت در دهه ۱۹۲۰ خیلی سریع خود را بالا کشید. در دهه ۱۹۳۰ نیز کشورهای آمریکای مرکزی و جنوبی و همچنین دریای کارائیب شروع به نقش آفرینی در این زمینه کردند کردند.

قبل از جنگ جهانی دوم اکتشافات بسیاری در خاورمیانه درست انجام شد. در این نقطه بود که وزارت دریاداری بریتانیا نفت را به عنوان یک عنصر استراتژیک اصلی برای پیروزی در جنگ در نظر گرفت چرا که سوخت تجهیزات جنگی دریایی مبتنی بر نفت بوده و داشتن نفت یعنی نیروی دریایی می‌تواند بیشتر روی دریا بماند و سریع‌تر حرکت کند. کشورهای خاورکشورهای خاورمیانه، که در میان آن‌ها اولین و مهم‌ترین کشور تا چندین دهه گذشته ایران بود، تا حد زیادی تحت نفوذ بریتانیا قرار داشتند و این باعث تنش‌ها و مشکلاتی شد که تا به امروز ادامه دارد: کشورهایی که نفت کافی برای تأمین نیازهای استراتژیک خود ندارند، در امور کشورهای دیگری که نفت زیادی مازاد بر نیاز خود دارند دخالت می‌کنند. پس از چند برنامه پنهان و خیانتی که صورت گرفت، نفت هنوز در مرکز صحنه سیاست جهانی و جنگ‌ها است، به ویژه در خاورمیانه که همچنان نقش اصلی را در تولید نفت ایفا می کند (فرانکوپان، 2015).

اخیرا، شرکت‌های نفتی با استفاده از نوآوری‌های حفاری افقی و شکست هیدرولیکی (‏شکستن مصنوعی سنگ متخلخل حاوی نفت برای افزایش جریان) امکان بهره‌برداری از ذخایری که در گذشته غیرقابل دسترس بودند را پیدا کرده‌اند. این اقدامات و دست‌آوردها باعث شد که ایالات‌متحده از کشوری که در مجموع وارد کننده شناخته می‌شد در سال ۲۰۱۸ به صادر کننده نفت تبدیل کند که با پیامدهای مهم اقتصادی و ژئوپلیتیکی همراه بود.

در دوران نوین، استفاده نخست نفت، پیشران خودروها بود و باقی ماند. پیشرفت‌های علمی، به ویژه در شیمی، منجر به محصولات پیچیده و پیچیده‌تری شده‌است که اساسا در ابتدا به عنوان ماده اولیه تولید خود بر نفت متکی هستند. صنعت پتروشیمی در دهه ۱۹۳۰ شروع به کار کرد و در طول جنگ جهانی دوم و پس از آن پیشرفت‌های زیادی کرد. در حال حاضر، حدود ۵ درصد از تولید جهانی نفت به فرایندهای پتروشیمی ختم می‌شود و حدود ۴۰ درصد از تمام مواد شیمیایی به طور مستقیم از نفت ساخته می‌شوند.

**1.5 نفت و گاز منابع محدود ما**

نفت و گاز منابع محدود هستند که در نهایت تمام خواهند شد. در حال حاضر مناطقی را می‌توان روی زمین می‌توان یافت که تشکیل نهشته‌های نفتی آینده را بتوان در آن‌ها مشاهده کرد، مثل مرداب‌های بزرگ. هر چند که فرآیند تولید نفت یه فرآیند بسیار زمان‌بر در حد زمان‌های زمین‌شناسی است. پر واضح است که بسیاری از این نهشته‌ها را نمی‌توان با تکنولوژی حال حاضر تولید کرد. اکتشاف همچنان ادامه دارد و هر ساله کشف میدان‌های نفتی جدید گزارش می‌شود. بالاخره به نقطه‌ای خواهیم رسید که به آن اوج نفت می‌گوییم جایی که میزان تولید کل دنیا در کل تاریخ به حداکثر خود می‌رسد و طبیعتاً پس از آن کاهش خواهد یافت. برخلاف تلاش‌های فراوان برای تعیین زمان نقطه اوج نفت، فعلا فقط می‌دانیم که هنوز به این نقطه نرسیده ایم.

در سال 1972 باشگاه روم با انتشار یک مطالعه با نام «محدودیتی برای رشد» که بعدها بسیار مشهور شد به تحلیل و بررسی وابستگی جهان به منابع محدود پرداخت (Meadows Meadows, Randers, & Behrens, 1972). اگرچه در آینده مشخص شد پیشبینی‌های زمانی این گزارش در بدبینانه‌ترین حالت در نظر گرفته شده بود، اما اساس نتیجه‌گیری‌هایی که کرده بود درست بود. نکته‌ای که همواره نادیده گرفته شده بود در این گزارش روشن‌تر شد و آن هم اینکه پیشبینی‌هایی که در این گزارش و گزارش‌های مشابه انجام می‌شود همگی بر مبنای فناوری‌ها و نوآوری‌های حال حاضر دنیا است و این به معنای این است که این پیشبینی‌ها می‌تواند در آینده تغییر کند. و این البته دقیقا همان چیزی است که اتفاق افتاده است. در واقع اختراعات انسان‌ها باعث به تأخیر افتادن زمان به اوج رسیدن تولید است. اما خوب به هر حال در اصل ماجرا تغییری ایجاد نمی‌شود و مشکل همچنان پابرجاست. ما نمی‌توانیم با تکیه بر منابع محدود انتظار رشد نامحدود داشته باشیم. واپسین منبع محدود ما همان زمین است و از آنجایی که می‌دانیم زمین جایی برای ذخیره نفت است، پس متنهایی بودن زمین ما به لحاظ تئوری به معنای متناهی بودن نفت و انرژی نیز می‌باشد. هم اکنون بعد از سی سال این گزارش نیاز به یک بروزرسانی دارد (Meadows, Randers, & Meadows,2004).

بشریت با به تعویق انداختن زمان نوآوری خود را آسوده خاطر می سازد با این حال، مشکل همچنان باقی است. رشد نمی‌تواند به طور نامحدود رخ دهد و مخصوصا براساس منابعی که محدود هستند نیست. منابع محدود متعارفی در زمین هستند، اما نفت با توجه به جایگاه خود در دنیای ما به سرعت در حال تمام می باشد. یک به روز رسانی ۳۰ ساله برای این مطالعه وجود دارد که خواندن آن خالی از لطف نیست. (Meadows, Randers, & Meadows, 2004)

تغییرات اقلیمی جهان به سرعت در حال رخ دادن است که این حقیقت عمدتا به دلیل استفاده انسان‌ها از سوخت‌های فسیلی از ابتدای انقلاب صنعتی است. با در نظر داشتن مشکل حال حاضر دنیا در تغییرات اقلیم، و اینکه نفت و گاز ذاتا منابع محدودی هستند پسالودگی تولیدی آن‌ها نیز محدود است ممکن است کسی با خود بگوید پس مشکل آلودگی هم بالاخره برطرف می‌شود و این یک مشکل تئوری است اما اثرات اقلیمی می‌تواند قبل از آنکه منابع نفت کاملا به پایان برسند بسیار جدی و وخیم شود.

هر دو این مشکلات راه حل یکسانی دارند: ما باید راهی پیدا کنیم تا با مصرف حداقلی منابع زندگی کنیم و امورات خود را بگذرانیم. بخشی به علت محدود بودن آن و بخشی به علت مخرب بودن مصرف آن. این رویکرد جدید احتمالا شامل دو عنصر بسیار اساسی می‌شود: نوآوری‌های فناورانه و تغییر سبک زندگی.

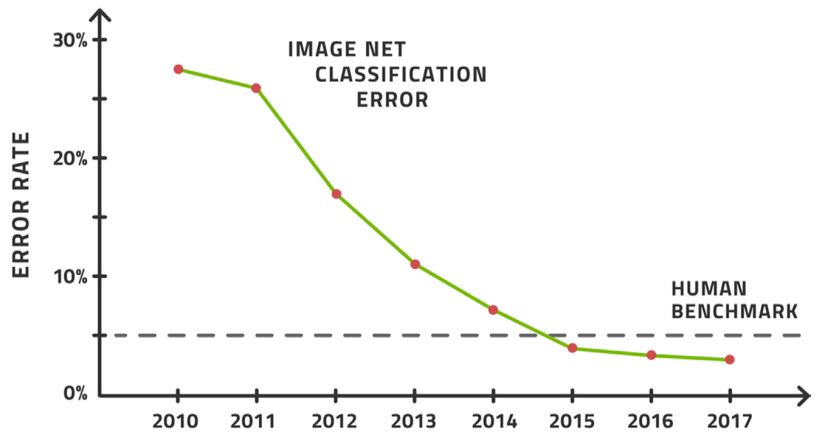
نوآوری‌های فناورانه برای حل چالش‌های پایه‌ای بسیار مورد نیاز است چالش‌هایی مثل اینکه از شروع تولید از مخزن تا تبدیل شدن یک بشکه نفت به یک محصول ارزشمند چه میزان اتلاف و چه میزان بهره‌وری داشته ایم. از آنجایی که این یک چالش علمی است باید ابتدا دریابیم که این فرآیندهای پیچیده از لحاظ علمی چگونه کار می کنند و سپس بفهمیم که ما چگونه می‌توانیم روی آن‌ها اثر بگذاریم. و این دقیقا قلب و شاکله علم داده و یادگیری ماشین به عنوان مهم‌ترین ابزار علم داده است.

باید کاری کنیم که سبک زندگی هر فرد روی زمین به سمتی تغییر کند که با احتیاط بیشتر و بسیار بسیار کم‌تر از منابع استفاده کند این نیاز بشدت احساس می‌شود. این فرهنگ‌سازی باید نه تنها در سطح یک جامعه بلکه در سطح فردی مورد به مورد جا انداخته شود. حمل و نقل عمومی باید جایگزین حمل و نقل فردی شود، بر مصرف‌گرایی غلبه کرد و محصولات با کیفیت با عمر بیشتر تولید کرد. جامعه باید بیشتر به خود متکی باشد تا به مادیات. برای انتقال جامعه از این حالت به حالت مطلوب به نحوی که بیشتر مردم از این تحول راضی باشند، نیاز به تجزیه و تحلیل دقیق داریم. در جامع آماری بزرگ، انسان‌ها قابل مطالعه و توصیف عددی هستند و می‌توان آن‌ها را پیش‌بینی کرد. باز هم این قضیه در حیطه علم داده می‌گنجد که در ایجاد تحول در نگاه مردم و طراحی بهترین سیستم‌ها برای آینده، محوری است.

**1.6 چالش‌های نفت و گاز**

این مسائل دسته‌ای از چالش‌ها را در صنعت نفت و گاز را در سطح جهان پدیدار کرد. حتی در طول این حالت گذار تا رسیدن به یک جامعه مطلوب دیگر نیز ما باید به کشف و تولید نفت ادامه دهیم و همچنین سعی کنیم تا این فرآیند را به صورت کارآمدتر و با ولخرجی و اتلاف سرمایه کمتر انجام دهیم. مخاطرات بسیاری در طول این مسیر وجود دارد که باید برای کاهش اثرات آن‌ها چاره‌ای اندیشید. این خطرات همان طور که در فاجعه "افق آب‌های عمیق" در سال ۲۰۱۰ نشان‌داده شده‌است، از خطرهای کوچکی همچون زخمی شدن کارگران تا تهدادات جهانی می‌تواند باشد. تحول دیجیتال قدمی است که به حل این چالش‌ها کمک خواهد کرد. و در واقع با افزایش درک و کنترل ما روی فرآیند تضمینی برای صورت پذیرفتن این مهم است. در ابتدا سنسورها و نرم‌افزارهای ارتباطی هستند؛ و در انتها فن‌آوری‌های فیزیکی مثل پهبادها، پرینترهای سه بعدی، خوردروهای بدون راننده یا واقعیت افزوده هستند که برای کار خود به یادگیری نیازمندند.

قلب همه این‌ها یادگیری ماشین است.در واقع یادگیری ماشین تکه گمشده پازل برای تبدیل مجموعه‌ای از داده‌ها به فرمول یا به زبان بهتر مدل است. وقتی مدل بدست آمد و مطمئن شدیم مدل درست و خوبی است آن موقع است که می‌توانیم کارهای زیادی با آن انجام دهیم.

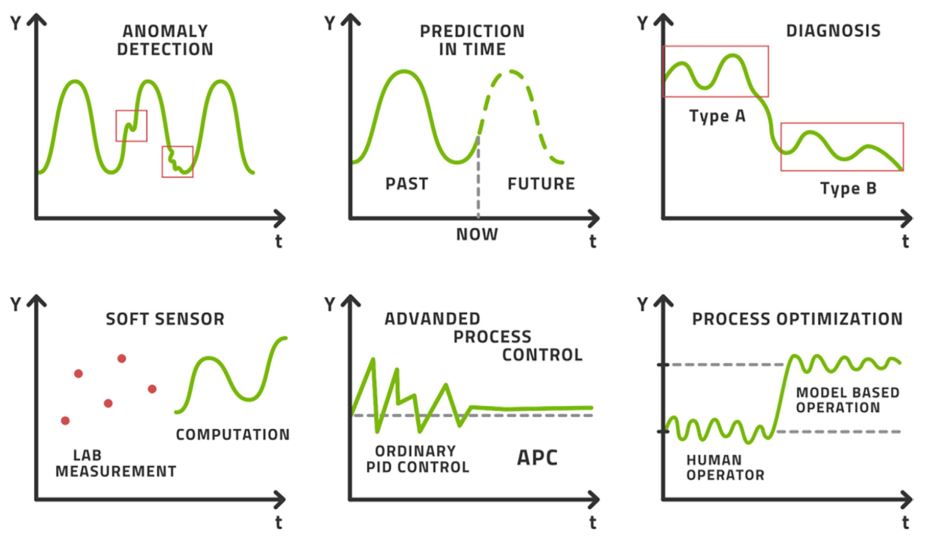
همان طور که در شکل ۱.۱ مشاهده می کنید چالش مرسوم شرکت‌ها، امروزه طبقه‌بندی عکس‌ها در دسته‌های مختلف مثل پرنده، سگ، میز، خانه و غیره می‌باشد. گماردن هر انسانی برای انجام این طبقه‌بندی نشان داده است که تنها ۹۵ درصد عکس‌ها را به درستی دسته‌بندی کرده و حداقل ۵ درصد خطا در انجام این کار داشته است. تا سال ۲۰۱۴ بود که کامپیوترها عملکردی به مراتب افتضاح‌تر از انسان داشتند و با ساخت مدل‌هایی بر مبنای یادگیری ماشین در سال ۲۰۱۵ کار شروع شد و برای اولین بار برتری ماشین بر انسان مشاهده شد.

شکل ۱.۱ تکامل یادگیری ماشین در مقایسه با عملکرد انسان نسبت به یک مجموعه داده استاندارد مشترک.

این مثالی است که مرتباً با مجموعه داده‌ها با وظایف مختلف تکرار می‌شود. مدل‌های یادگیری ماشینی اکنون دقیق‌تر از انسان‌ها عمل می‌کنند، خروجی خود را در کسری از ثانیه محاسبه می‌کنند و می‌توانند با همان دقت و بدون محدودیت به انجام آن ادامه دهند. از آنجایی که برای ساخت و نگهداری و همچنین برای محاسبه سریع، آن‌ها به نیروی انسانی چندانی نیاز ندارند، از لحاظ ارزان قیمت بودن هیچ چیز جای مدل‌های یادگیری ماشین را نمی‌گیرد. این دو ویژگی همچنین بسیاری از استفاده‌های جدید دیگر از جمله مدل‌هایی برای کمک به کسب‌وکارها را امکان‌پذیر می‌سازد که تا به حال به سادگی قابل اجرا نبودند. در رابطه با صنعت نفت و گاز، شش حوزه اصلی وجود دارد که یادگیری می تواند به آنها کمک کند، به شکل ۱.۲ مراجعه کنید:

1. آیا اوضاع عملیات اوضاع خوبی است و عملیات در حالت طبیعی قرار دارد یا خیر؟
2. شرایط عملیاتی در آینده چگونه خواهد بود؟
3. این الگو متعلق به کدام دسته‌بندی است؟
4. آیا این اندازه گیری‌های پیچیده، گران قیمت، نامطمئن یا آزمایشگاهی می تواند با یک فرمول یا معادله جایگزین شود؟
5. چگونه باید نقاط را طوری به صورت بر خط تنظیم کنیم که فرآیند پایدار بماند؟
6. چگونه و چه زمانی باید نقاط تنظیم را تغییر دهیم تا مطابق با معیارهایی که برای سنجش موفقیت کار داریم دریابیم که آیا فرآیند بهبود یافته است یا نه؟

یکی از بزرگ‌ترین موضوعات در یادگیری ماشین در صنایع مختلف تعمیرات پیش بینی شده است که مخلوطی از سه مورد اول لیست بالا است. آیا تاسیسات ما در سلامت کامل به سر می‌برند و در حالت بهینه کار می کنند؟ اگر جواب مثبت است این حالت چقدر پابرجاست؟ چه موقع نیاز به تعمیر پیدا میکنند؟ نوع آسیب وارده به دستگاه ها چیست؟ اینها سوالاتی است که باید پاسخ داده شود. وقتی بفهمیم که نوع آسیب و زمان خراب شدن تاسیسات در آینده چه موقع است می توانیم لوازم جایگزین و یدکی را از قبل آماده کنیم و همچنین تمهیدات تعمیرات پیش‌دستانه را انجام دهیم. این کار از آسیب‌های حقیقی و جانبی به سایر تجهیزات و نشت سیالات که ۹۰ درصد از کل هزینه مالی رفع ایراد در سیستم را تشکیل می‌دهد جلوگیری می‌کند.



شکل 1.2 شش حوزه کاربردی اصلی یادگیری ماشین در نفت و گاز.

منابع

Frankopan, P. (2015). The silk roads. Bloomsbury.

Hyne, N. J. (2012). In Nontechnical guide to petroleum geology, exploration, drilling and production (3rd ed.). PennWell.

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W., III (1972). The limits to growth:

a report for the club of rome's project on the predicament of mankind. Universe Books.

Meadows, D. H., Randers, J., & Meadows, D. L. (2004). The limits to growth: the 30. year update.

Chelsea Green Publishing Co. ​​​​​​​

​