

هوش مصنوعی: یک جهت جدید در باب یادگیری مخصوصاً نظایر  
 Machine Learning  
 الگوریتم‌های ژنتیک (مثل تکامل) (تشخیص دست خط، صوت...)  
 شبکه‌های عصبی (مثل انسان)  
 ...  
 MWU ~ ~ ~ (تقریباً) (تقریباً) (تقریباً)

valiant تعریف برای یادگیری ماشین اولیه دارد  
 probably احتمالاً  
 PAC  
 Aproximately تقریباً  
 Correctly درست  
 Valiant یادگیری

مشاهده قانون پس زمینه  
 Watson IBM پروژه  
 نمی‌شد بدون پیش فرض چیزی یاد گرفت  
 که فقط افزودن در تکمیل بیرون به حساب است  
 (آشنایی)

کتاب ارزش COT الگوریتم‌های یادگیری  
 Valiant کتاب عامه فهم  
 PAC Learning

دو نوع خطا خطای مطلق خطای مطلق (آشنایی)  
 خطای قانون (احتمال خطای بودن قانون)

دکتر نفیسه / هیئت علمی دانشگاه ایزدین / فارغ التحصیل دانشگاه شریف

هیلبرت ← ۲۳ مساله / مسالای دهم:  $P$  یک جمله ای با ضرایب صحیح و حل معادله در اعداد صحیح.

الگوریتم برای حل معادله های سیاله ← هیچ الگوریتمی وجود ندارد.

شاید بساده درین مساله به جواب برسیم.

\* یک معیره

$$P(n) = a_n x^n + \dots + a_0$$

$$a_k \in \mathbb{Z} \quad a_n \neq 0$$

یک راه ↓

$$P\left(\frac{r}{s}\right) = 0 \implies r | a_0, s | a_n$$

$$(r, s) = 1$$

راه دوم

$$|P(n)| \geq |a_n x^n| - |a_{n-1} x^{n-1}| - \dots - |a_0|$$

$$|x| \geq \max \left\{ 1, \frac{|a_k|}{n |a_n|} \right\} \rightarrow P(x) > 0$$

$$|a_n x^n| > \frac{1}{n} |a_k x^k|$$

$$|x^{n-k}| > \frac{|a_k|}{n |a_n|}$$

در خارج از بازه ای نه مشخص شد، هیچ جوابی برای معادله نیست پس در آن تمام اعداد صحیح آن را بررسی کرد.

روش قطعی کاغذی

نقض: وجود دارد برنامه ای (الگوریتم) که بگوید برنامه ای عنوان درودی (یا نه) درست است یا در  $P$  ها می اندازد.

B

۱. اگر  $P$ ، بهر است، خیر را چاپ کن و اگر خیر است، بهر را چاپ کن.

۱.  $n$  را از درودی بگیر. ( $n$  عدد صحیح)
۲.  $n$  امین برنامه ساده یانین پذیر را تولید کن و  $A$  بنام.
۳.  $n$  را به  $A$  بده و خروجی را  $n$  امین و  $P$  بنام.



\*\*\* دو ستاره

$$P(n_1, n_2) = 0$$

به بیان دیگر آیا  $\mathbb{N}^2$  شمار است؟ هر زوج مرتب  $(a, b)$  را به یک عدد یونانی  $\alpha$  تطبیق می دهیم و می دانیم که  $Q$

شمار است پس  $\mathbb{N}^2$  شمار است. پس این مسئله را با وجود جواب می توان حل کرد. <sup>فرض</sup> جواب ها برابر می رود:

$1/1$	$1/2$	$1/3$	$1/4$	...
$2/1$	$2/2$	$2/3$	$2/4$	...
$3/1$	$3/2$	$3/3$	$3/4$	...
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

روش قطری مانند به برای اثبات عدم وجود

$P(\mathbb{N})$ : مجموعه می توان  $\mathbb{N}$ ، نام شمار است.

فرض می کنیم  $P(\mathbb{N})$  شمار است (سبب قابل  $A_n$  ها)

$$B = \{n \in \mathbb{N} \mid n \notin A_n\}$$

	1	2	3	4	...
$A_1$	(✓)	✓	X	X	...
$A_2$	✓	(X)	✓	✓	...
$A_3$	X	✓	(✓)	X	...
$A_4$	X	✓	X	(✓)	...
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

حالا  $B$  با  $A_n$  ها تفاوت دارد پس هیچ کدام نیست پس  $B$  چیز جدیدی است پس  $P(\mathbb{N})$  شمار نیست.

اعداد حقیقی را نیز می توان به  $P(\mathbb{N})$  تناظر داد و اثبات شد که  $P(\mathbb{N})$  شمار است پس  $\mathbb{R}$  شمار نیست.

\*\*\*

فرض: الگوریتم هست که به ما بگوید که الگوریتم دیگری پایان پذیر است یا نه اگر این صحیح باشد واضح است که سوال هیپر جواب دارد.

برای اثبات عدم وجود آن الگوریتم برنامه ای ساده را در نظر بگیریم که یک ورودی عدد صحیح دارد و خروجی "بله" یا "خیر" است.

اثبات به شکل مجموعه  $B$  صفت بالا (■)

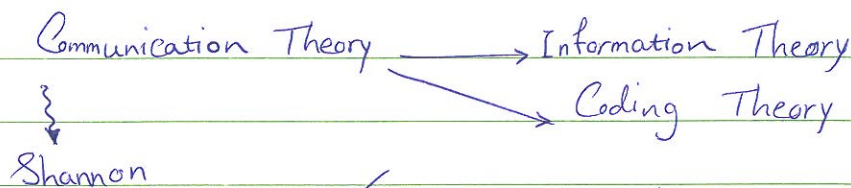
## Coding Theory

انواع تصحیح کننده خطا

۱۸۶۰ → تگراف و کد مورس

ارسال اطلاعات در طول زمان و زمان

کانال مخبرانی ← تئوری مخبرانی و کدینگ و تئوری اطلاعات



تولید کننده اطلاعات → فرستنده → کانال مخبرانی → گیرنده → مصرف کننده اطلاعات

اشکارساز  ایزرنیم هادی

فیبر نوری

فرستنده      کدینگ منبع      کدینگ کانال      مدولاتور

Source coding      Channel Coding      تبدیل کد به سیگنال

گیرنده      دیمودلاتور      دیکدینگ کانال      دیکدینگ منبع

Source decoding      Channel decoding      تبدیل سیگنال به کد

کم کردن خطای کانال

ایجاد افزونگی → Redundancy → ارسال اطلاعات بیشتر کد با اطلاعات دیگر لینک شود

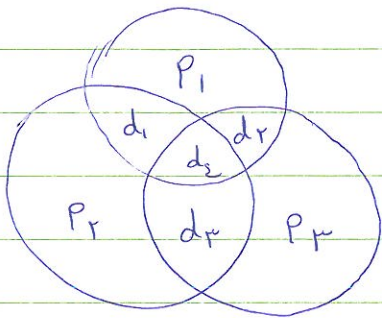
گم کردن در یک بخش متن لینک



فاصله هسلی: تعداد اختلاف های دو رشته با هم (عموماً با بزرگ)

کد هسلی:  $d_1 d_2 d_3 d_4 d_5$  اموزی بیت  $P_1 P_2 P_3$  نرخ کد  $\frac{\epsilon}{V}$

$$\text{نرخ کد} = \frac{\text{طول پیام ارسال شده}}{\text{طول پیام ارسال شده}}$$



## Shannon Theory Information Theory

## تئوری اطلاعات

دو مسئله وجودی درباره ی کدهای ایده آل

۲. شماره (استقال)

Alice  $\xrightarrow{\text{کمال نویدار}}$  Bob

چگونه یک پیام را در کانال نویزدار منتقل کنیم به بهترین عملکرد داشته باشیم؟

Alice  $\xrightarrow{m}$  [En]  $\xrightarrow{\text{نویز}}$  [Ch]  $\xrightarrow{m}$  [De]  $\rightarrow$  Bob

کد ایده آل؟

مثال: Bioinfo  $\rightarrow$  Central Dogma

وژن حیات، Reproduction

چگونه یک سلول تبدیل به یک موجود پرسلولی می شود؟  
ایده ی اولیه: تئوری

۱. فشرده سازی  
Alice  $\rightarrow$  [En]  $\rightarrow$  [Ch]  $\rightarrow$  [De]  $\rightarrow$  Alice

چگونه یک پیام تصای لینه را انتقال کند؟  
کد ایده آل: یک پیام تصای لینه انتقال کند.

مثال: الگوریتم های فشرده سازی  
مثلاً "qu" همواره در زبان انگلیسی به صورت دو بای می آید.

در استفاده از زبان استفاده مثلاً کاربرد زیادی دارد و q و z کم کاربردند.

تعم اساس این که فشرده سازی بر اساس احتمال مخور صورت است.

آماره در صفی بعدویت های تفراس هستند!!