



سوالات میان ترم

۱. در معنی و مفهوم علمی الگوریتم بحث نمائید. درس الگوریتم‌های مورد مطالعه برای مهندسی نرم افزار چه کاربرد و فایده‌ای دارند؟

الگوریتم یعنی روش سیستماتیک حل مسئله به گونه‌ای که دارای ابهام نباشد، تکرارپذیر باشد، از لحاظ علمی امکان پذیر باشد، درستی آن ثابت شده باشد و در زمان معین و با هزینه معین بتواند مسئله را حل کند؛ و دارای شروع و پایان باشد و مراحل انجام کار کاملاً مشخص شده باشد.

برای حل هر مسئله چه فنی باشد، چه سیاسی باشد و یا حتی اقتصادی باشد، نیاز به یک الگوریتم داریم؛ و خیلی از مسائلی که در جامعه حل نمی‌شود دلیلش این است که با الگوریتم آشنا نیستیم؛ و با این دید به مسائل نگاه کنیم که برای حل آن‌ها به الگوریتم نیاز داریم.

با فراگیری الگوریتم می‌توانیم هر مسئله را به صورت سیستماتیک حل کنیم. خیلی از مسائل باینکه از نظر ظاهر به هم شبیه نیستند ولی از نظر باطنی به هم شبیه هستند و با حل یک مسئله می‌توانیم خیلی از مسائل دیگر را حل کنیم. مثلاً وقتی صحبت از گراف می‌شود می‌توان گفت گراف یک شبکه انتزاعی است و آن را حل کرده‌ایم و حالا می‌توانیم آن را به شبکه‌های آبرسانی، شبکه‌های جاده‌ای، شبکه‌های برق‌رسانی و شبکه‌های مخابراتی بسط داد.

برای حل مسائل بزرگ بهتر است آن‌ها را دسته‌بندی کنیم و اجزا آن را مدل‌سازی نماییم و به مدل ریاضی تبدیل کنیم و قسمت‌ها را حل کنیم؛ مانند یک فیل بزرگ را که نمی‌توان خورد باید آن را به تکه‌های کوچک‌تر تبدیل کرد.

نکته مهم این است که تکنیک‌های به کاررفته در الگوریتم‌ها را درک کنیم و بتوانیم در الگوریتم‌های که برای مسائل ارائه می‌دهیم از این تکنیک‌ها استفاده کنیم. به عنوان مثال در الگوریتم فیبوناچی از به تأخیر انداختن کارهای غیر ضروری و تسهیل در کارهای ضروری الگوریتم طراحی کردیم.

به عنوان مثال الگوریتم تقسیم عادلانه: فرض کنیم یک مال و یا یک گنجی را پیدا کنیم و یا یک ساندویچ داریم می‌خواهیم آن را بین دو نفر تقسیم کنیم. روش دیکتاتوری این است که مثلاً مادر برای بچه‌ها تقسیم کند و هر تکه را به یک نفر بدهد. ولی اگر بخواهیم با الگوریتم تقسیم عادلانه مسئله حل نماییم به این روش عمل می‌نماییم که یک نفر از بچه‌ها ساندویچ را به دو قسمت تقسیم کند و دیگری انتخاب کند. چون آن نفر خودش تقسیم کرده و به نظر خودش منصفانه بوده پس دیگر اعتراضی ندارد.

۲. نحوه عمل نیم پاک‌کننده در شبکه‌های مرتب ساز را شرح دهید.

شبکه مرتب‌سازی^۱: با الگوریتم‌های مرتب‌سازی تا حدودی همه آشنا هستند. حال اگر همین مرتب‌سازی را به صورت موازی انجام دهید به آن شبکه مرتب‌سازی گفته می‌شود. به عنوان مثال می‌خواهیم ۱۰ عدد را مرتب نماییم. مرتبه انجام آن حداقل (اگر مرتب باشند) n و حداکثر (اگر برعکس مرتب شده باشند) n^2 و به طور میانگین $NLOG(N)$ است. اگر تعداد داده‌ها خیلی زیاد باشد $NLOG(N)$ هم زیاد است برای کاهش آن باید موازی کاری نماییم؛ و زمان را کاهش دهیم.

هر شبکه مرتب‌سازی دارای یک اجزایی است که کار مقایسه را انجام می‌دهد.

برای اثبات درستی یک الگوریتمی که n ورودی دارد، اگر بخواهیم همه اعداد موجود طبعی را تست کنیم. باید بی‌نهایت را به توان n برسانیم. در شبکه‌های مرتب‌سازی یک اصل به نام اصل Zero-One Principle داریم به این معنی که فقط از ۰ و ۱ یا یک استفاده نماییم در این حالت به جای بی‌نهایت به توان n ، به 2^n می‌رسیم. فرض کنید ۳۲ عدد داشته باشیم باز هم 2^n زیاد است. مرحله بعد می‌گوییم فرض کنید دنباله‌ای از صفرها و یک‌ها را وارد نماییم به صورتی که صفرها دنبال هم و یک‌ها نیز دنبال هم باشند. در کل ۴ حالت می‌شود. حالا برای ۴ حالت به راحتی می‌توانیم درستی الگوریتم را نشان دهیم. یعنی ۴ حالت 2^n را می‌پوشاند و 2^n نیز بی‌نهایت به توان n را می‌پوشاند. به عبارت دیگر اگر بتوانیم یک شبکه مرتب‌سازی طراحی نماییم که در ۴ حالت فوق جوابگو باشد. برای همه ورودی‌های دیگر حتماً جواب می‌دهد.

می‌توان گفت شبکه‌ای مرتب‌سازی طبق تعریف شبکه‌های مقایسه‌ای هستند که خروجی آن‌ها همیشه مرتب شده هستند. به صورت سخت‌افزاری از یک سری مقایسه‌گر و یک سری سیم‌کشی ساخته می‌شوند.

❖ سیم‌کشی‌ها: داده را از جای به جای دیگر انتقال می‌دهند.

❖ مقایسه‌گر^۲: عنصری است که دو ورودی دارد و دو خروجی مرتب شده دارد (کوچک‌تر را بالا و بزرگ‌تر پایین).

ورودی

خروجی

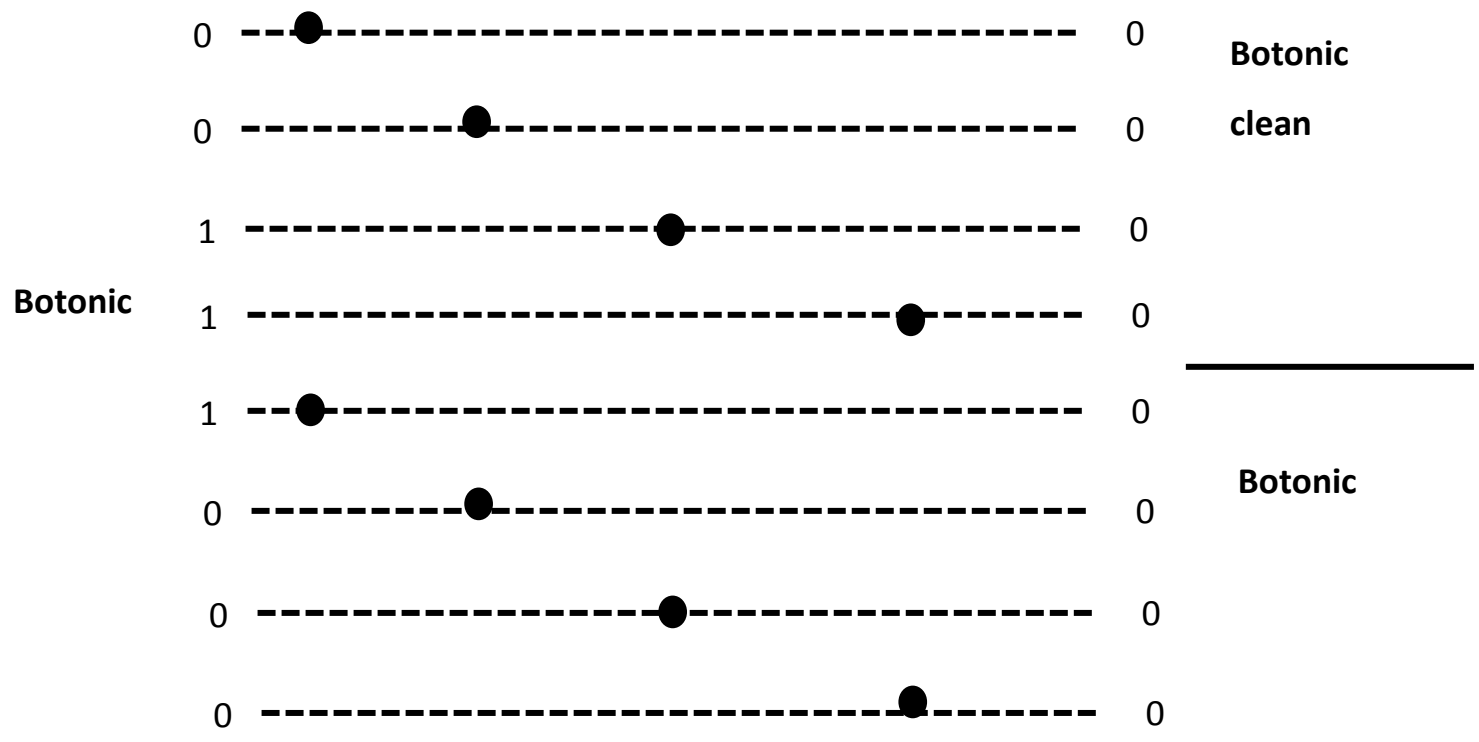


1. Sorting Network

2. comparator

نحوه عمل نیم پاک‌کننده^۱: در شبکه مقایسه‌ای HALF-CLEANER[n]، ورودی بروی خط i با ورودی خط $i+n/2$ مقایسه می‌شود. فرض بر این است که ورودی‌ها به‌صورت دو آهنگی یکنواخت^۲ افزایشی و یا کاهشی باشند. در انتهای کار اطمینان حاصل می‌کند که هر عنصر خروجی از نیمه بالا حداقل به‌اندازه عناصر نیمه خروجی در قسمت پایین است. علاوه بر این هر دونیمه bitonic هستند و حداقل یکنیمه آن‌ها تمیز است (یعنی یا همه صفر و یا همه یک است).

اگر تعداد یک‌ها بیشتر باشد یکنیمه داریم که همه یک است و اگر تعداد صفرها بیشتر بود یکنیمه داریم که همه صفر است.



¹.half-cleaner
².bitonic

سوالات پایان ترم

۱. نقش الگوریتم برای تأثیرگذاری مهندسی نرم افزار در تحقق شعار سال «تولید، پشتیبانی ها و مانع - زدایی ها» چه می تواند باشد؟

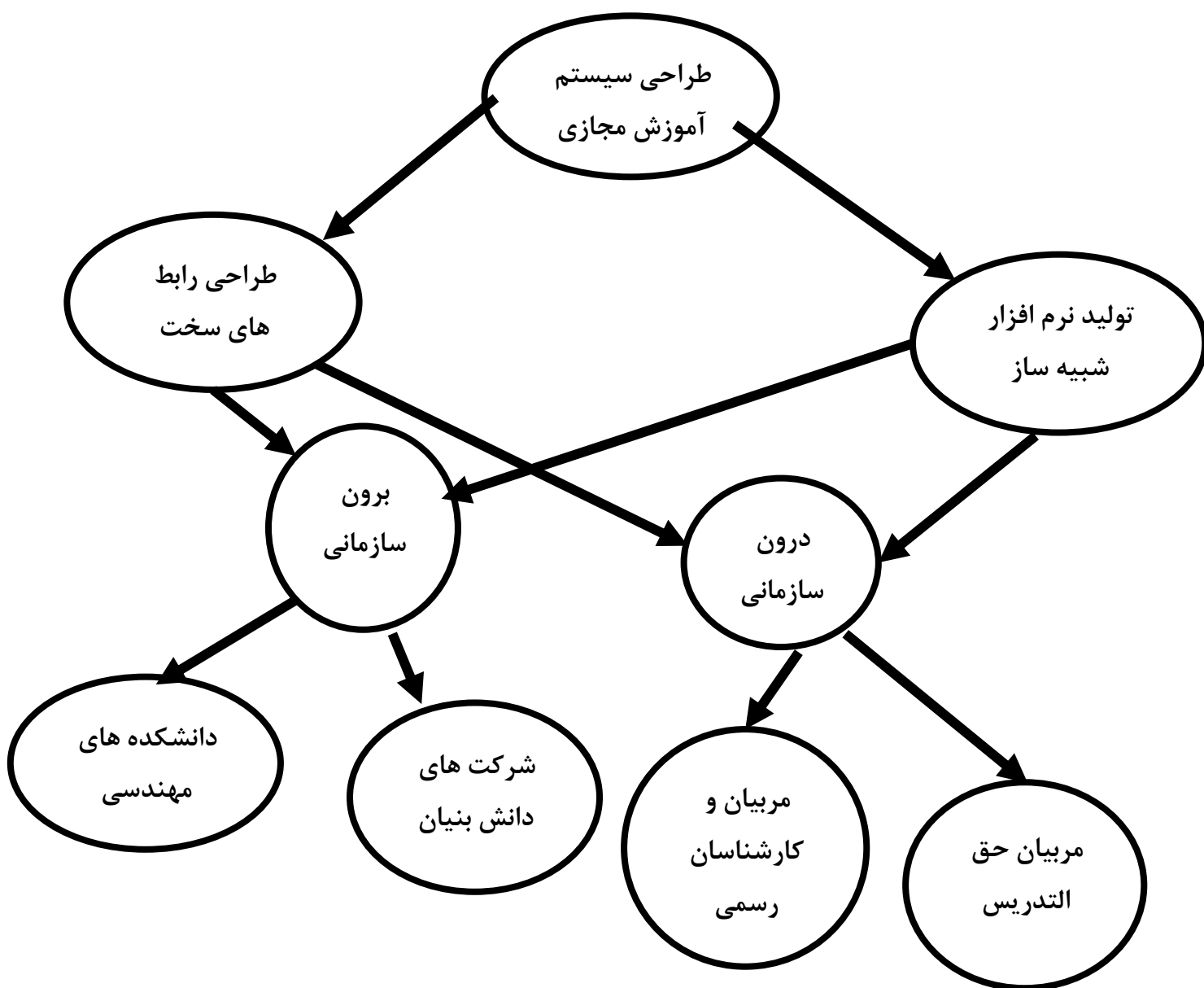
با توجه به تعریف الگوریتم و با توجه به این که برای حل هر مسئله نیازمند الگوریتم هستیم. با توجه به پیشرفت سریع تکنولوژی و استفاده روزافزون از رایانه و اینترنت در مسائل مختلف زندگی و نیاز روز به طراحی نرم افزارها با توجه به اینکه امسال از سوی مقام معظم رهبری سال "تولید، پشتیبانی ها و مانع - زدایی ها" نامگذاری شده است. همه افراد جامعه و در جهت تحقق این امر تلاش می نمایند و با توجه به بیماری منحوس کرونا که کسب و کارها را تهدید می کند. اکثر مشاغل به فروش مجازی و استفاده از نرم افزار جهت رونق کسب و کار خود روی آورده اند.

این امر همت مهندسين نرم افزار را می طلبد به با روش های علمی الگوریتم های مناسبی را ارائه دهند و این تهدید را به یک فرصت تبدیل نمایند.

سازمان آموزش فنی و حرفه ای یک سازمان دولتی و زیر نظر وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی است؛ و ریاست سازمان بر عهده معاون محترم وزیر می باشد. بزرگ ترین رسالت این سازمان تربیت نیروی کار ماهر و نیمه ماهر می باشد. برای تحقق تولید نیاز به نیروی کار ماهر و آموزش دیده می باشد و با توجه به رسالت این سازمان یکی از سازمان های تأثیرگذار در این امر می باشد. بنده نیز که مربی رسمی سازمان آموزش فنی و حرفه ای می باشم. بر خود واجب می دانم که برای اهداف سازمان تلاش نمایم. با شیوع ویروس منحوس کرونا و تعطیل شدن آموزش های حضوری و با توجه به اینکه زیرساخت مناسبی برای آموزش های مجازی در این سازمان پیش بینی نشده بود. بیشتر آموزش های مجازی در بستر شبکه های اجتماعی برگزار شد. با یک الگوریتم دقیق و مناسب می توان نرم افزاری را در بستر اینترنت فراهم کرد تا بتوان آموزش های مجازی را با کیفیت مناسب تری برگزار نمود. یک روش این است که از نرم افزارهای آماده استفاده نماییم و بستر آن را در اختیار مربی کارگاه قرار دهیم تا به روش بتواند با کارآموزان ارتباط برقرار نماید؛ و مطالب خود را در اختیار آن ها قرار دهد؛ اما با توجه به اینکه بیشتر مطالب ارائه شده در کارگاه های آموزش فنی و حرفه ای به صورت عملی هستند. باید نرم افزاری ارائه شود که بتواند ارتباط سازنده و دوطرفه ای با کارآموز داشته باشد و کارآموز حس کند واقعاً در کارگاه وجود دارد. به همین دلیل اداره کل آموزش فنی و حرفه ای فارس در حال تعامل با دانشگاه صنعتی شیراز است تا با همکاری دانشگاه صنعتی و توان مربیان و کارشناسان درون سازمانی و برون سازمانی نرم افزاری طراحی کند

تا کارآموزان بتوانند از راه دور و از طریق نرم افزار شبیه سازی شده با تجهیزات کارگاه کار عملی انجام دهند. به عنوان مثال یک رابط سخت افزاری طراحی نماییم و به کنترل درب برقی موجود در کارگاه برق وصل نماییم و یک دوربین در محل نصب نماییم و کارآموز با نرم افزار شبیه سازی شده اقدام به بستن مدار نماید و در انتها با دوربین نصب شده در محل کارگاه نتیجه کار خود را ببیند و در انتها مربی کارگاه به این نتایج دسترسی داشته باشد و اقدام به رفع عیب کارآموزان نماید.

۲. با ذکر مثال و ارائه یک الگوریتم اولیه (لزومی به اثبات درستی الگوریتم ارائه شده وجود ندارد) تلاش نمائید قدمی برای حل مشکل کارآمدی دانشجویان مهندسی نرم افزار برای مشارکت در تولید نرم افزار در دوران دانشجویی و یا پس از آن ارائه نمائید؟ (استفاده از الگوریتمهای مطالعه شده در درس مورد استقبال خواهد بود)



۳. دسته‌های سختی مسائل و تفاوت آن‌ها را تشریح نمایید.

الف. مسائل کلاس P: مجموعه‌ای از مسائل "بله/خیر" که می‌توانند در زمان چندجمله‌ای به‌طور قطعی حل شوند. مسائل P نامگذاری می‌شوند؛ و مسائلی هستند که کاملاً قابل‌حل هستند. به عبارت دیگر هر مسئله‌ای را که بتوان در توان در زمان چندجمله‌ای حل کرد، به کلاس P تعلق دارد.

یکی از مسائلی که می‌توان آن را در کلاس P قرار داد، مسئله مرتب‌سازی است. می‌دانیم که در علوم کامپیوتر مرتب‌سازی به الگوریتمی گفته می‌شود که فهرستی از داده‌ها را با ترتیبی از پیش تعیین‌شده در اختیار قرار می‌دهد. مسئله جستجوی کوتاه‌ترین مسیر در یک گراف نیز که برای حل آن می‌توان یک الگوریتم ارائه کرد، از دیگر مسائلی است که در کلاس P قرار دارد.

ب. مسائل کلاس NP^۱: به مجموعه‌ای از مسائل که می‌توانند با دادن یک تصدیق و یا گواهی^۲ با طول چندجمله‌ای، ما را قانع کند که پاسخ، بله است و می‌تواند به‌عنوان زمان چندجمله‌ای تأیید شوند، مسائل با کلاس np گفته می‌شود. به عبارت دیگر به مسائل تصمیم‌گیری^۳ که با داشتن یک جواب می‌توان درستی یا نادرستی جواب را با استفاده از یک الگوریتم با پیچیدگی زمانی چندجمله‌ای تعیین کرد مسائل کلاس NP گفته می‌شود. به عبارت دیگر مسائل تصمیم‌گیری هستند که جواب آن‌ها "بله" و یا "خیر" است.

مانند: (TSP) آیا در گراف یک تور به وزن حداکثر K وجود دارد؟

یعنی اگر یک تور به ما داده شود، در زمان چندجمله‌ای می‌توان جواب بودن آن را تأیید کرد.

بنابراین می‌توان گفت

$$TSP \in NP$$

برای مثال پاسخ این سؤال که آیا در گراف داده‌شده، مسیری به طول حداکثر K وجود دارد یا خیر، یکی از دو حالت بله و خیر است. باید توجه داشت، کلاس NP مجموعه‌ای از زبان‌هایی که به‌وسیله ماشین‌های تورینگ غیرقطعی^۴ چندجمله‌ای، پذیرفته می‌شود.

می‌توان گفت به‌صورت غیرقطعی در زمان چندجمله‌ای حل می‌شود.

❖ مسئله مرتب‌سازی NP نیست چون مسئله تصمیم‌گیری نیست.

❖ مسئله مرتب بودن NP است.

❖ مسئله "فروشنده دورمگرد" در مرحله تصمیم‌گیری NP است.

❖ مسئله "توقف"^۵ تصمیم ناپذیر^۶ است و لذا در NP نیست.

همان‌طور در شکل مشاهده می‌شود هر مسئله P در NP نیز عضو است؛ و می‌توان گفت

$$P \subseteq NP$$

اما نمی‌دانیم $P=NP$ و یا $P \neq NP$

¹ Non-deterministic Polynomial time

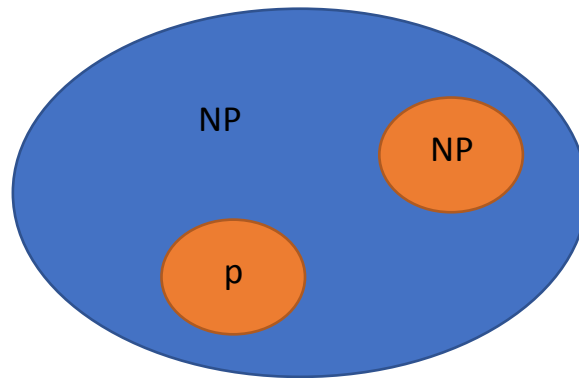
² Certification

³ Decision Problem

⁴ NTM

⁵ Halting Problem

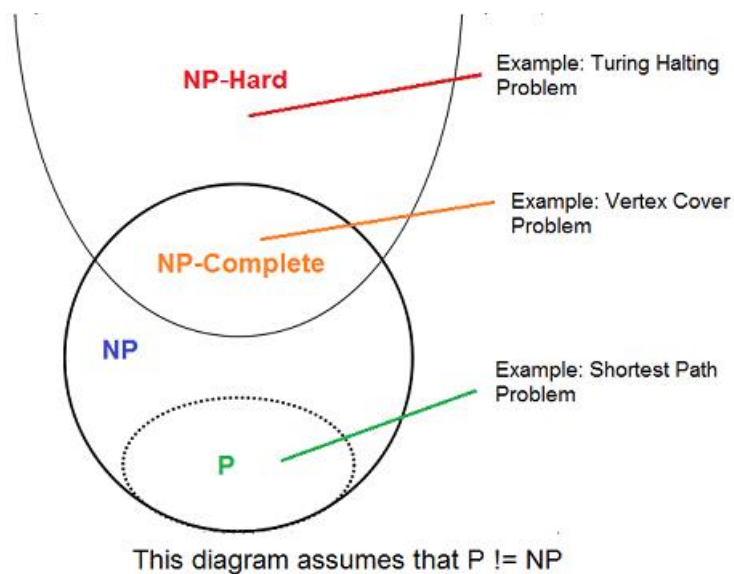
⁶ Undecidable



به صورت خوش بینانه همه مسائل چند جمله ای هستند. هنوز اثبات نشده که نیست و امیدواریم که P باشد. به عبارت دیگر اگر با نگاه مثبت نگاه کنیم مسئله غیر P نداریم.

ج. مسائل کلاس NP : پیچیده ترین مسائل کلاس NP در کلاس NP وجود دارند به طوری که هیچ الگوریتم شناخته شده و قابل اجرایی بازمان چند جمله ای برای آن وجود ندارد. مسائل NP کامل جزء سخت ترین مسئله ها در کلاس NP هستند. به عبارت دیگر یک تئوری است که مسائل را به دودسته حل پذیر و حل ناپذیر تقسیم می کند.

د. مسائل کلاس NP -Hard: محققان مسائل حتی خیلی سخت تری را هم پیدا کردند. این ها مسائلی هستند که نه تنها خودشان در چند جمله ای حل نمی شوند، بلکه راه حلشان هم شاید در چند جمله ای قابل واریسی نباشد. به این مسائل NP -Hard می گویند. مسائل NP -Complete، این پی سخت هم هستند ولی مسائلی در NP -Hard هست که سخت تر از بقیه است و NP -Complete نیست. سختی یعنی خیلی طول می کشد که مسئله حل شود. راه حل را می دانیم، ولی انبوهی از حالت های مختلف را باید بررسی کنیم تا به جواب برسیم.



فرض کنید چند نفر هستیم و می‌خواهیم ۱۰ مسئله که NP هستند را حل کنیم. به‌جای آنکه هر ۱۰ مسئله را حل کنیم وقت خود را به روی یک مسئله بگذاریم و آن را حل کنیم؛ و چون مسائل NP قابل تبدیل به یکدیگر هستند بقیه را به راحتی حل می‌کنیم. حال سؤال این است که ابتدا کدام را حل کنیم؟ بهتر است که ابتدا مسئله‌ای را حل کنیم که بقیه به کمک آن حل می‌شوند. الزاماً سخت‌تر از بقیه نیست.

❖ به این مسئله NP کامل می‌گوییم. باید دو شرط داشته باشد اولاً متعلق به NP باشد. دوماً بقیه مسائل به کمک آن حل شوند.

❖ حال اگر شرط اول برقرار نباشد یعنی متعلق به NP نباشد ولی شرط دوم برقرار باشد مسئله از نوع NP سخت است.

الزاماً مسئله NP-Hard سخت‌تر از مسئله NP نیست و چه‌بسا ساده‌تر باشد.