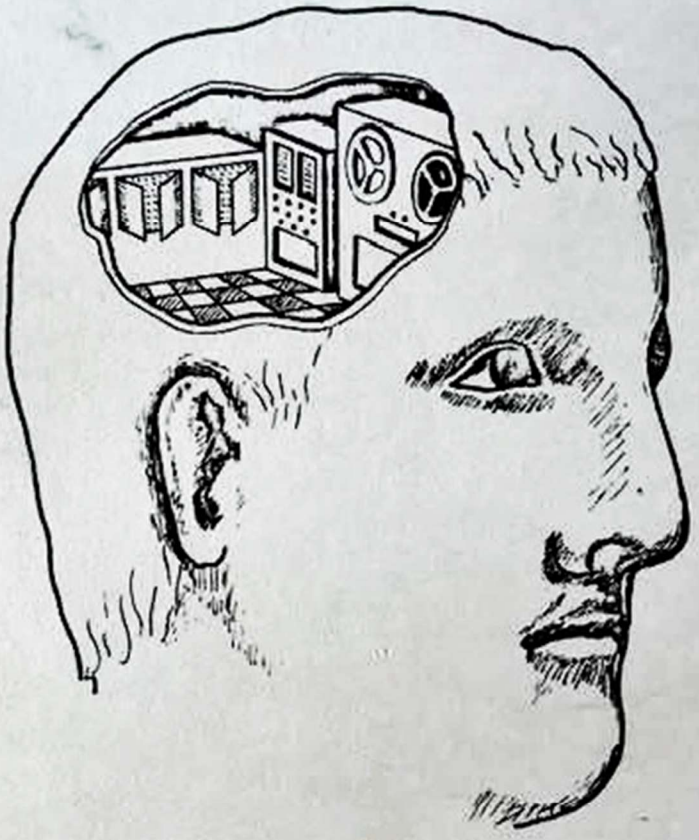
کمپیوتر،
مغز جدید بشر



نگارش : بهروز پرهامی

فوق لیسانس (M.S.) رشته مهندسی برق والکترونیک

دارای درجه دکتری (Ph.D) در رشته علوم کمپیوتر .

استادیار ومشاور تحقیقاتی رشته علوم کمپیوتر

دانشگاه کالیفرنیا (UCLA.)

ترجمه : سالم پرهامی

مهندس برق و مدرس دانشکده فنی دانشگاه تبریز

۱۳۵۲

۱۰۰ ● ریال

معرفی نگارنده ،

آقای بهروز پرهامی درسال ۱۳۲۵ شمسی درتهران متولد شد . وی در تمام دوره تحصیل ، شاگرد ممتاز بوده ودرسال ۱۳۴۷ بین فارغ التحصیلان رشته مهندسی برق دانشکده فنی دانشگاه تهران رتبه اول راحائز و بدریافت مدال علمی مفتخر گردید . نامبرده درسال ۱۳۴۸ برای تکمیل تحصیلات خود به ایالات متحده امریکا عزیمت کرد و پس ازاخذ درجه فوق لیسانس (MS.) دررشته مهندسی برق ازدانشگاه ایالتی " اورگون " (Oregon) واردانشگاه کالیفرنیا (UCLA.) شد ودر مدت دوسال ونیم موفق باخذ درجه دکتری (PhD.) دررشته علوم کمپیوتر (Computer Sciences) گردید .

این مقاله تحقیقی ، اولین اثر آقای بهروز پرهامی است که برای نشان دادن علاقمندی خود باین رشته تازه علوم بزبان بسیار ساده نگارش یافته است . تاکنون چندین مقاله علمی ونتایج تحقیقات ایشان درمجلات علمی دانشگاه کالیفرنیا ومجله انجمن مهندسین امریکائی (IEEE.) بچاپ رسیده است که ترجمه آنها بزبان فارسی بسیارمشکل است .

نامبرده اکنون بسمت استادیار ومشاور تحقیقاتی دانشگاه کالیفرنیا به تدریس وتحقیق در رشته ((علوم کمپیوتر)) اشتغال دارد .

دیباچه

درنظر عامهٔ مردم کمپیوترها غالبا بصورت مغزهای غول آساء مغزهای الکترونی، یا ماشینهای متفکر، مجسم میشوند. هدف نگارش این مقاله تحقیقی اینست که با مقایسهٔ ساختمان مغز انسان و کمپیوتر وبررسی کارهای فکری که بوسیلهٔ انسان و کمپیوترها انجام پذیراست، معلوم شود که این تصورات تاچه حدی درست است.

بهروز پرهامی

تاریخچه

اکثر مردم درعصرحاضر، مطالبی درباره‌ٔ کمپیوترها که غالبا آنها را " مغزهای الکترونی " مینامند شنیده‌اند . اهمیت تغییراتی که این وسایل درزندگی انسان بوجود آورده‌اند بحدی است که ظهور آنها را آغاز دومین مرحله‌ٔ انقلاب صنعتی میدانند .

اولین مرحله‌ٔ انقلاب صنعتی در حدود سال ۱۷۶۰ میلادی باشروع استفاده ازنیروی بخار والکتریسیته در انگلستان آغاز شد که باکمك آنها کارآئی و قدرت عضلانی انسان افزایش یافت . بهمین ترتیب، نیروی بی‌جان کمپیوترهای خودکار برتوانائی فکری و مغزی بشرمتمدن میافزاید و او لحاظ اهمیت در ردیف قدرت ماشینهای مولد نیروقرار میگیرد .

بررسی تاریخچه‌ٔ اختراع کمپیوترها نشان میدهدکه اولین نمونه یك ماشین حساب ساده درسال ۱۶۴۲ بوسیله‌ٔ پاسکال Pascal دانشمند فرانسوی ساخته شد . اوبا ترکیب چند اهرم و چرخ دنده توانست ماشین ساده‌ای بسازد و بوسیله‌ٔ آن بکارهای محاسباتی پدرش کمك کند . درسال ۱۶۹۴ " لایب نیتز " Leibnits دانشمند آلمانی ماشینی بمعرض نمایش گذاشت که میتوانست عملیات جمع و ضرب را انجام دهد . با این حال دراین راه تا قرن نوزدهم پیشرفت زیادی حاصل نشد .

درسال ۱۸۱۳ " چارلزبابج " Charles Babbage انگلیسی، فکرساختن یك ماشین حساب را ارائه نمود و توانست حمایت رسمی دولت انگلستان را در سال ۱۸۲۳ جلب کند . با این حال پس از صرف ده سال وقت و ۱۷۰۰۰ پوند پول دولت، کارساختن این ماشین

بعلت اشکالات فنی و مهندسی متوقف شد . سپس " بابیج " بفکر ساختن ماشین حساب جدیدی افتاد ولی این ماشین نیز هرگز ساخته نشد ، زیرا فنون مهندسی در آنزمان آنقدر پیشرفت نکرده بود که پاسخگوی نیازهای ساختمانی چنین ماشین دقیقی باشد.

درسال ۱۹۳۷ " هوارداکن " Howard H. Aiken متوجه شدکه پیشرفت درساختمان و تکنیك ماشینهای " منگنه کارت " Punch card بحدی رسیده است که اینك ساختن ماشینهای حساب کاملا خودکار امکان دارد. وی با موسسه " I.B.M " International Business Machines سازنده ماشینهای تجارتی تماس گرفت ودرنتیجه ، درهفتم ماه اوت ۱۹٤٤ یك ماشین حساب با کنترل خودکار، رسماً بدانشگاه " هاروارد " Harvard ارائه شد.

اولین ماشین حساب الکترونی بنام ENIAC (۱) بوسیله " پروسپر اکرت " J. Presper Eckert و " جان موکلی " Jhon W. Mauchly طرح و در دانشکده مهندسی برق دانشگاه پنسیلوانیا ساخته شد و در تابستان سال ۱۹٤٦ تکمیل گردید واز این تاریخ به بعد ، انواع زیادی ماشینهای حساب الکترونی بوسیله شرکتهای مختلف ساخته شد. درمراحل مختلف پیشرفت و تکامل ماشینهای حساب الکترونی تا امروز ، رله‌های الکترومکانیکی ، لامپهای خلاء ، دیودهای کریستالی، مدارهای مغناطیسی ، وترانزیستورها درساختمان آنها بکاررفته و انواع مختلف کمپیوتر بوجود آمده است.

---

(۱) ENIAC مخفف این عبارت است :

Electronic Numerical Entegrator and Computer

ساختمان مغز انسان

پیش از اینکه بشرح ساختمان مغز و چگونگی تفکر انسان بپردازیم ، بیان تعریف جامعی از این عضو ضروری بنظر میرسد :

" مغز عضوی از اعضای بدن است که اطلاعات حاصل از محیط اطراف (از جمله سایر اعضای بدن) خودرا جمع آوری و ثبت میکند تا بتواند بموجود زنده در اتخاذ روش مناسب برای ادامه زندگی در محیط خود کمک کند " .

با کمک اطلاعاتی که به آنها اشاره شد، مغز ما میتواند یک در باز را از یک در بسته تشخیص دهد بطوریکه در حالت اول ما میتوانیم از آن بگذریم و در حالت دوم پیش از تصادم با آن توقف کنیم .

مغز در حقیقت ادامه رشته نخاعی است که در داخل مهره های پشت قرار دارد . قدیمی ترین قسمت یا تنه مغز ظاهرا به نخاع شباهت دارد، با این تفاوت که دارای حجم بزرگتر و جدار نامنظم تری است . تنه مغز شامل سه قسمت اصلی است : " مغز خلفی " ـ " مغز وسطی " و " مغز قدامی " . پس از اینکه تنه مغز تکامل یافت دو منطقه وسیع بآن اضافه میشود . از قسمت مغز خلفی ، مخچه Cerebellum و از مغز قدامی دو نیمکره مغزی بوجود آمده و رشد میکنند .

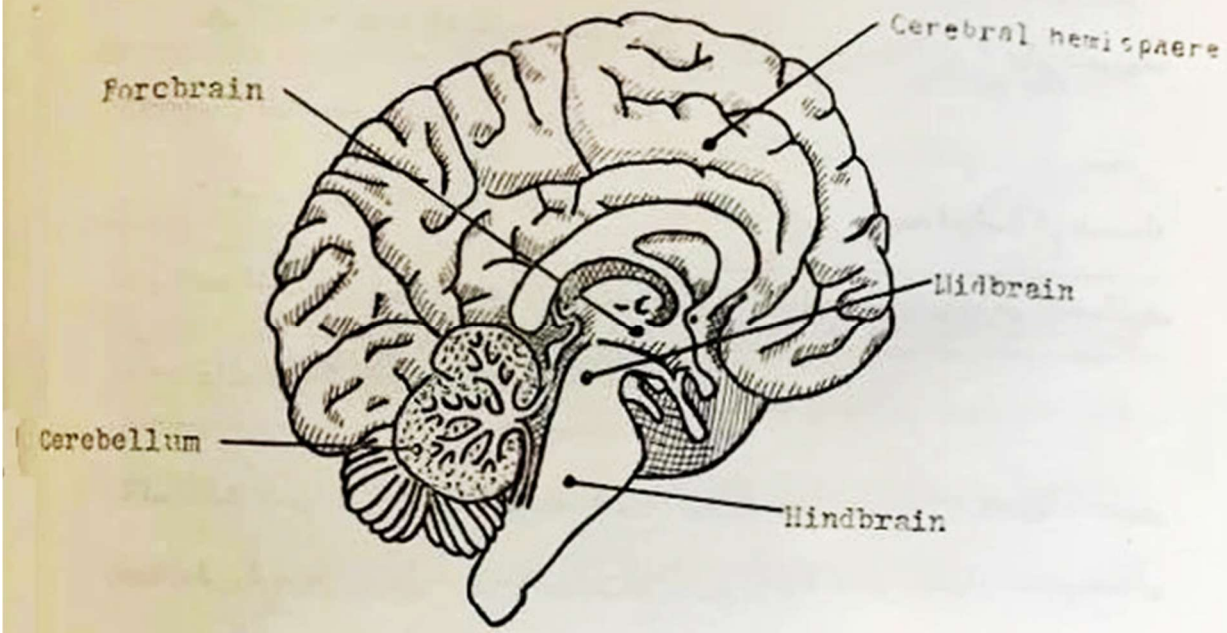


Figure 1- The brain cut down the midline.

شکل ۱- نمایش برشی از مغز در امتداد خط وسط آن

مغز بوسیله‌ٔ رشته‌های دوازده دسته عصب جمجمه با اکثر نقاط مختلف بدن ارتباط دارد. سه دسته از آنها عصبهای حسی هستند و اطلاعات گوناگون را از طریق اعضای مختلف بدن بمغز میرسانند. شش دستهٔ دیگر اعصاب محرک را تشکیل میدهند که مغز بوسیلهٔ آنها حرکات قسمتهای مختلف بدن را کنترل میکند و بآنها فرمان میدهد. سه دسته عصب باقی مانده، خواص اعصاب حسی و محرک را توأما دارا هستند.

آسیبهای وارد بمغز نشان داده‌اند که هر قسمت آن دارای وظایف مشخصی است.

مثلا درقسمتی از این عضو احساسها ثبت‌شده وباهم مقایسه میشوند . اگر براثر حادثه‌ای قسمتی از مغز که اطلاعاتی را در خود ذخیره کرده آسیب ببیند ، انسان ناچاراست اطلاعات از بین رفته را دوباره بیاموزد .

چگونگی تفکر

تفکر در مغز انسان اصولا بوسیله آموختن وبیاد آوردن صورت‌میگیرد . ما میآموزیم که حاصل‌جمع دوعدد ۲ و ۳ مساوی۵ است‌واین مسئله را طوری بخاطر میسپاریم که هرگاه در برابر چنین سئوالی قراربگیریم به آن همان پاسخی راکه آموخته‌ایم میدهیم‌ولی از محل ثبت‌چنین اطلاعی درمغز آگاهی نداریم و همچنین نمیدانیم چگونه توانسته‌ایم بطور خودکار رشته‌ء عصبی راکه باین مرکز بخصوص ارتباط دارد انتخاب نمائیم تا این پاسخ را بدست‌آورده و آن را اداکنیم .

طرز تفکر در مغز انسان شباهت زیادی به جمع آوری و استفاده از اطلاعات ثبت‌شده در کمپیوترهادارد . در بارهء این شباهتها بازهم بحث‌خواهیم کرد . ولی قبلا باید بدانیم که کمپیوترچیست؟ وچگونه میتواند بعضی از کارهای مربوط به تفکر را بجای انسان ومانند او انجام دهد .

کمپیوترچیست؟

کمپیوترء دستگاهی است که میتواند اطلاعاتی رادریافت و در خود ذخیره کند واز تجزیه و تحلیل آنها اطلاعاتی را تحویل‌دهد . انواع کمپیوترها را بطرق مختلف میتوان طبقه

بندی کرد. یکی از متداولترین روش گروه بندی کمپیوترها براساس طرز کارشان استواراست که آنها را بدودسته قیاسی Analog وعددی Digital تقسیم میکند.

اختلاف اساسی که بین این دو دسته کمپیوتروجوددارد اینست که در کمپیوترهای قیاسی از نمایش کمیتهای بهم پیوسته، مانند تغییر مکان عقربه‌ها، و ترسیم خطوط و منحنی‌ها استفاده میشود. در صورتیکه کمپیوترهای عددی برای تحویل و نمایش اطلاعات با کمیتهای مجزا مانند اعداد و شمارش آنها یا حروف الفبا سروکاردارند. ما بحثخودرا بدستهٔ دوم یعنی کمپیوترهای عددی اختصاص میدهیم.

بطور کلی یك کمپیوترعددی از قسمتهای مختلفی بشرح زیرتشکیل شده است.

۱ ـ دستگاههائی در قسمت ورودی و خروجی که اطلاعات لازم از طریق آنها واردماشین شده و از آن خارج میشوند.

۲ ـ کانالهائی که اطلاعات در مسیر آنها فرستاده میشوند.

۳ ـ وسایل ثبات که اطلاعات را ضبط کرده و درخود ذخیره میکنند.

٤ ـ واحدهائی که عملیات ریاضی و منطقی را انجام میدهند.

٥ ـ یك سیستم کنترل که ماشین را درانجام یك سلسله عملیات هدایت میکند.

٦ ـ یك منبع انرژی برای تغذیهٔ ماشین.

این شش قسمت در شکل ۲ بصورت دیاگرام ساده‌ای نشان داده شده‌اند.

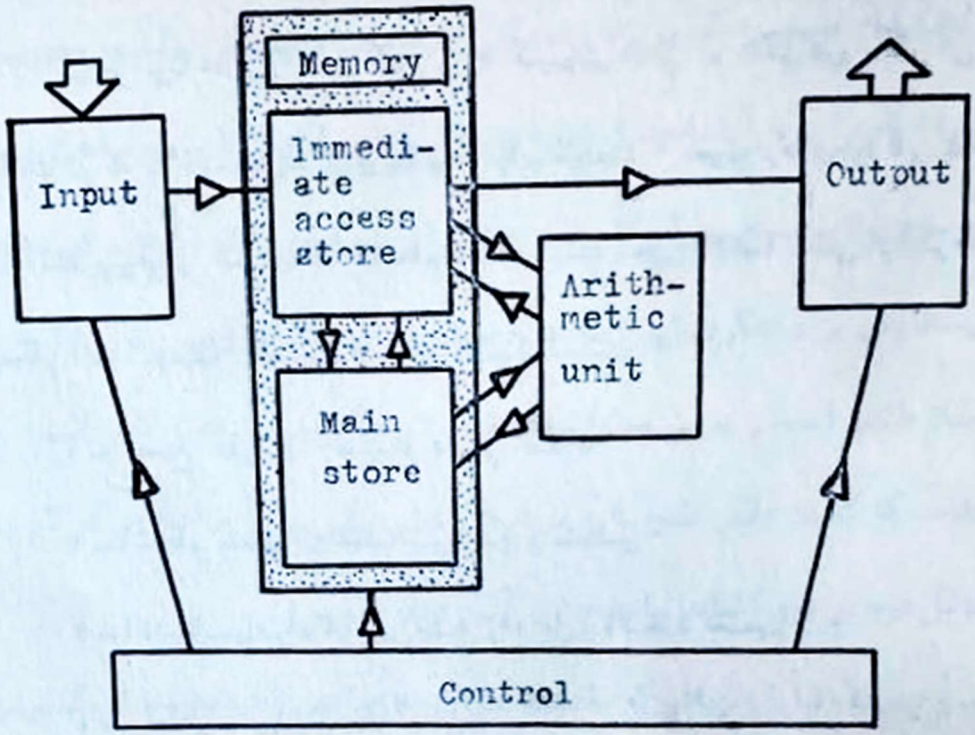


Figure 2- Simplified diagram of a digital computer.

شکل ۲ دیاگرام نمایش ساده قسمتهای مختلف یك کمپیوتر دیجیتال .

کمپیوتر چه کارهائی را میتواند انجام دهد ؟

برای اینکه یك کمپیوتر بتواند بطور خودکار مسئله‌ای را حل کند ، ابتدا لازم است که انسان راهی برای حل آن بیاندیشد و سپس به کمپیوتر بیاموزد که چگونه با استفاده از معلومات مسئله ، آن را حل کند . کار انسان برای آموزش یك کمپیوتر خودکار " برنامه ریزی " Programming و مجموع نتایج حاصل از این آموزش را " برنامه " Program مینامند

و کسی که با ماشین کمپیوتر کار میکند " متصدی " Operator نامیده میشود.

اگر ما برنامه‌ای را طرح کرده و به کمپیوتر بدهیم و شتی شروع کار آن را فشار دهیم، پاسخهائی که بدست میآیند روی یك ورقه چاپ میشوند. کمپیوترهای خودکار بعضی کارها را میتوانند وبرخی را نمیتوانند انجام دهند. اینك بطور خلاصه بعضی از کارهائی را که انجام آنها بوسیله‌ٔ کمپیوترها میسر است ذکر میکنیم :

۱ ـ جمع تفریق ضرب و تقسیم اعداد.

۲ ـ انجام بعضی از عملیات ریاضی و منطقی.

۳ ـ انتخاب یك راه از بین چند راه حل (اتخاذ تصمیم).

٤ ـ بخاطر سپردن و بیادآوردن.

۵ ـ برقراری ارتباط با متصدی خود و ماشینهای دیگر.

٦ ـ اداره کردن خود، بطریقه‌ای که قبلا در آنها پیش بینی شده است.

۷ ـ کنترل دقت کار خود، با یك یا چند روش.

واین کارها را کمپیوترها نمیتوانند انجام دهند:

۱ ـ حل مسئله‌ای که برنامه‌ٔ آن به ماشین داده نشده است.

۲ ـ اتخاذ تصمیمی که قبلا در برنامه‌ٔ آنها پیش بینی نشده باشد.

۳ ـ مطلقاً بدون اشتباه کار کنند.

٤ ـ برنامه‌ٔ کار خود را خودشان طرح ریزی کنند، یا لااقل تاکنون میسر نشده است.

آیا کمپیوترها میتوانند فکر کنند ؟

بنا برعقیدهٔ عمومی کمپیوترهای خودکار " ماشینهای متفکر " نامیده میشوند . بحث در بارهٔ این امر که آیا ماشینها میتوانند فکر کنند یا نه ؟ باین جهت مشکل است که تعریف جامع و رضایت بخشی برای کلمهٔ " تفکر " نمیتوان یافت. اشخاص مختلف تعریفهای متفاوتی برای تفکر بیان کرده‌اند . بعضی از نویسندگان اصرار دارند که قدرت ذخیرهٔ اطلاعات و انجام بعضی عملیات منطقی برای تشکیل نیروی تفکر کافی است. برخی دیگر معتقدند که کلمهٔ تفکر فقط باید دربارهٔ انسان بکار رود و هراندازه که کار یک ماشین قابل توجه و فوق العاده باشد نباید آنرا تفکر نامید .

بدون تردید، قبل از زمانی که ماشینها شروع به خواندن ، نوشتن، حساب کردن ، و یافتن اطلاعاتی از بایگانی خود کردند ، تمام این فعالیتها جزء کارهای فکری محسوب میشدند. اگر حیواناتی مانند سگ یا شامپانزه هم میتوانستند این کارها را انجام دهند جزء موجودات متفکر بشمار میآمدند. . . .

" تورینگ " Turing درسال ۱۹۳۹ چنین اظهار عقیده کرد که برای رهائی از این مشکل لفوی ، بهتراست بجای سئوال فوق از خود بپرسیم : آیا ماشین میتواند نقش انسان را ایفا کند ؟ وی برای پاسخ باین پرسش، آزمایش زیررا که بنام خودش معروف است پیشنهاد کرد :

" هرگاه ماشینی بتواند از یک اطاق دیگر با انسان طوری صحبت کند که او "

« نتواند آن را از یك انسان تشخیص دهد ، میتوان گفت که این ماشین »

« قادر به تفکر است . »

استدلال دیگری درمورد اینکه آیا ماشینها میتوانند فکرکنند ، با مقایسه فهرست کارهائی که یك انسان تحصیل کرده با نیروی تفکر خود میتواند انجام دهد و کارهائی که یك کمپیوتر خودکار با داشتن برنامه قادر بانجام آنها است یافت میشود :

کارهای فکری انسان	عملیات کمپیوتر خودکار
خواندن .	پذیرش و دریافت اطلاعات (ورودی)
نوشتن .	چاپ و تحویل اطلاعات (خروجی)
حساب و ریاضی .	واحدهای مخصوص محاسبه .
تاریخ ، جغرافیا ، ادبیات ، علوم	ذخیره و ضبط بعضی اطلاعات در دستگاه
اجتماعی و غیره .	های حافظه .
زبانهای خارجی .	ماشین ترجمه یك زبان به زبان دیگر .
قدرت تشخیص و انتخاب شرایط	هدایت و کنترل طبق برنامه .
مناسب .	

مقایسه این دو فهرست بوضوح نشان میدهد که تاچه حدّی کارهای فکری انسان بوسیله کمپیوترها انجام پذیراست .

باین پرسش که آیا یک کار فکری ذاتی و مخصوص انسان وجوددارد که انجام آن از حد توانائی یک کمپیوتر خارج باشد باید پاسخ منفی داد. زیرا اگر انسان چگونگی انجام کاری را آنچنان بفهمد و بشناسد که بتواند آن را برای یک کمپیوتر برنامه‌ریزی کند، انجام آن برای ماشین نیز میسر خواهد بود. حتی در بعضی موارد که انسان چگونگی امری را بخوبی درک نمیکند، راهنمائی وجود دارد که بتوان آن کار را بوسیله کمپیوتر انجام داد. مثلا یک ماشین "یادگیری" بنام "سیبرترون" Cybertron درسال ۱۹۶۱ بمعرض نمایش گذاشته شد که با روش کورکورانه مطالبی را یادمیگیرد و یادریافت علائم "صحیح" یا "غلط" از آموزگار خود وضع جدیدش را با تجارب گذشته تطبیق داده و مهارت خودرا بطور مداوم افزایش میدهد.

بطور کلی میتوان گفت که فرق بین تفکر انسان و کار کمپیوتر درکمیت است نه درکیفیت. شاید فقط آن قسمت از کارهای فکری که بخوبی شناخته نشده‌اند، و باین جهت بدقت نمیتوان چگونگی انجام آنها را تشریح کرد، قابل برنامه‌ریزی برای کمپیوترها نباشند.

بعنوان یک مثال ساده شناختن قیافه یک دوست رادر نظر بگیریم. از بین هزاران چهره مختلف، "جان" میتواند چهره دوست خود "روبرت" را که هیچگونه علامت مشخصه‌ای در صورت ندارد بشناسد. تصور چگونگی برنامه ریزی برای یک کمپیوتر، جهت شناختن قیافه "روبرت" از میان هزاران چهره دیگر، کار بسیار مشکلی است. یکی از دلایل اصلی اشکال برنامه ریزی برای یک کمپیوتر جهت انجام این کار این است که "جان" نمیتواند دقیقا روشهائی را که برای شناختن قیافه دوستش "روبرت" بکار برده است تشریح کند. شاید "جان"

برای شناختن " روبرت " فقط از شکل اجزاء چهره او استفاده نکرده است بلکه از قرائن و اجزاء محیط نیز کمک گرفته باشد . زیرا اگر " روبرت " بطور غیر عادی لباس بپوشد و در خیابان یک شهر غریبه با " جان " برخورد کند، ممکن است بوسیله دوستش شناخته نشود .

در صفحات بعد، بعضی از کارهای فکری را که چگونگی آنها بخوبی شناخته شده است و بوسیله کمپیوتر انجام پذیرند، مورد بررسی قرار داده و خواهیم دید که هرقدر چگونگی انجام یک کار فکری بهتر شناخته شود ، بهتر میتوان آن را برای یک کمپیوتر برنامه ریزی کرد .

تحقیق درباره هوش مصنوعی

برای تحقیق در هوش و ذکاوت مصنوعی ، در کمپیوترهائی که برای بازی کردن ساخته و برنامه ریزی شده اند ، زمینه مساعد و وسیعی وجود دارد . بازی با این ماشینها جنبه های جالب توجه بسیاری برای محققین دارد و یک مسابقه هوش بین انسان و ماشین بوجود میآورد . بازی شطرنج یکی از سرگرمیهای باارزش و هوشمندانه انسان بوده و برنامه های زیادی برای این بازی جهت کمپیوترها ترتیب داده شده است .

چگونه میتوان برای یک کمپیوتر عددی برنامه ای طرح کرد که بتواند با متصدی خود شطرنج بازی کند ؟ بدیهی است که بازی شطرنج دارای روشها و قواعد معینی است و موقعیتهای مشخصی برای هرمرحله از بازی وجود دارد که در هرکدام از آنها راه حلهای معینی یافت میشود . می توان اطمینان داشت که هر بازی شطرنج پایانی دارد و بالاخره موقعیتی پیش میآید که منتهی به پیروزی شکست یا برابری میشود . بنابراین شطرنج را میتوان بدرخت شاخه داری مانند

شکل ۲ تشبیه کردکه هر دایره، آن نماینده، یك موقعیت صفحه وهرخط آن نشان دهنده، یك حرکت باشد. در موقعیتهای نهائی علامت (+) برای مهره، سفید نشانه، پیروزی، علامت (٥) نشانه، برابری، وعلامت (-) بمعنی شکست است.

واضح است اگر بازی کنی بتواند تمام این درخت را در نظر مجسم کرده ونتیجه، نهائی تمام بازیها وحرکات را پیش بینی کند، شطرنج برای او بصورت بازی ساده‌ای درمیآید. با شروع بازی از خانه‌های آخر، هربازی کنی میتواند با بازی درجهت عکس وتعیین بهترین شاخه جهت حرکت از هرخانه برای مهره، خود یاحریفش، حرکت بعدی خودرا تعیین کند. این روش استنباط و نتیجه گیری دربازی را طریقه، "مینی ماکسینگ" Minimaxing مینامند.

اگرتعداد شاخه‌های درخت نمایش بازی شطرنج زیاد نباشد روش "مینی ماکسینگ" میتواند اساس طرح برنامه و اجرای این بازی بوسیله، کمپیوتر باشد. ولی کمپیوترهای معمولی پس از سالها محاسبه فقط کسر کوچکی از شاخه‌های بیشمار این درخت را میتوانند کف کنند. تعداد شاخه‌های این درخت یعنی تعداد موقعیتهای مختلف صفحه، شطرنج درحدود 10^{120} است. با توجه به اینکه دریك قرن کمتر از 10^{16} میکروثانیه (۱) زمان برای کف تمام این راهها وجوددارد، اشکال طرح یك برنامه، جامع جهت اجرای بازی شطرنج بوسیله، کمپیوتر آشکار میشود.

---

(۱) اگر سرعت انجام هرعمل کمپیوتر فقط یك میکروثانیه باشد، برای در نظرگرفتن تمام موقعیتهای بازی شطرنج وانتخاب بهترین حرکت برای بازی درحدود 3×10^{106} سال وقت لازم است...

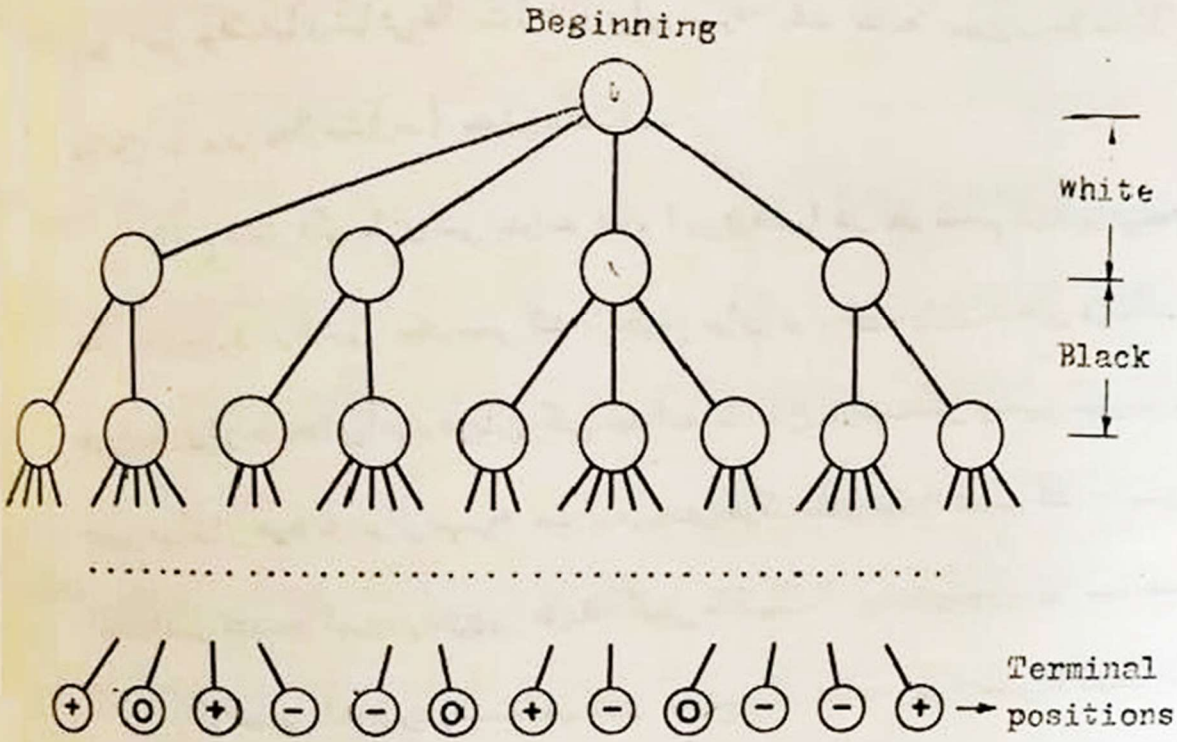


Figure 3- Chess can be described as a branching tree.

شکل ۳ نمایش بازی شطرنج بصورت شاخه‌های یک درخت .

مردم در بازی شطرنج طوری عمل میکنند که روش کار آنها بسیار پیچیده بنظر میرسد. مثلا در قسمتی از بازی که در شکل ٤ نشان داده شده است بازیکن مهره‌های سفید، موقعیت خود را چنین تجزیه و تحلیل میکند :

" ..... آیا تهدیدهای دیگری هم وجود دارد ؟ بازیکن مهره‌های سیاه میتواند با حرکت اسب خود بخانه ٥ فیل، وزیر سفید را تهدید کند. همچنین اگر با حرکت اسب، راه فیل

وزیر باز شود میتواند بسطرف شاه سفید فشار بیاورد . معهذا این تهدید فوری نیست درصورتی که درحال حاضر، پیاده سیاه درخانه ٤ شاه ، پیاده سفید را تهدید میکند . "

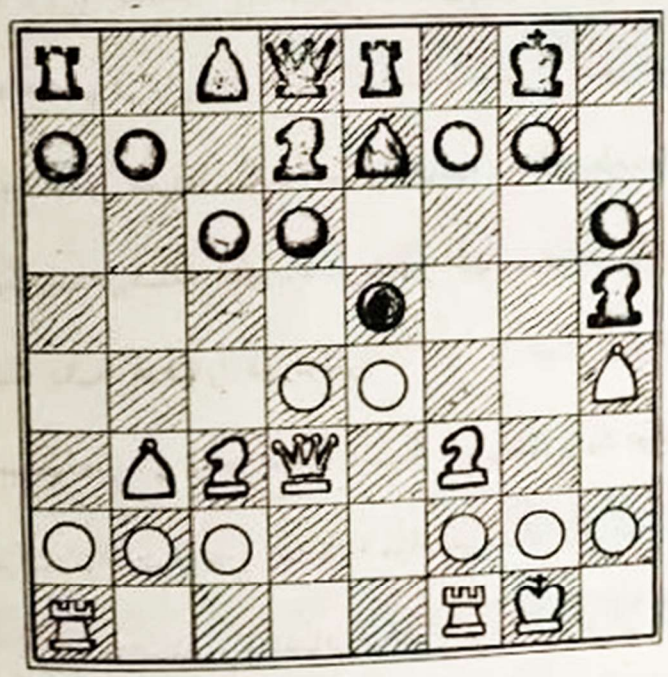
باید توجه داشت که این تجزیه و تحلیل کیفی و عملی است . او تهدیدها را از نظر میزان فشار و فوریت تهدید ارزیابی میکند وبتدریج ، نظمی بوجود میآورد که باوضع فعلی فرق دارد .

اینک برنامه ای را در نظر میگیریم که بنام " برنامه شطرنج NNS " شناخته شده است این برنامه در سال ۱۹۵۸ بوسیله Newell و Shaw و Simon پیشنهاد شده است . این برنامه ، یک سلسله هدفهائی دارد که هریک از آنها با بعضی از صور موقعیتهای شطرنج از قبیل : حفاظت شاه ، تعادل مهره ها ، کنترل مرکز ، توسعه ، حمله بطرف شاه ، وپیشروی انطباق دارد . هدفها از یکدیگر مستقل هستند بطوریکه هریک از آنها میتواند به برنامه اضافه یا از آن حذف شود ، بدون اینکه بقیه هدفها را در برگیرد .

هرهدفی با مجموعه ای از مراحل همراه است که عبارتند از یک مولد حرکت ، یک روش ارزش یابی ، ویک مولد حرکت برای تجزیه و تحلیل . مولد حرکت که باهرهدف همراه است ، حرکات ممکن را که مربوط بآن هدف هستند ، پیشنهاد میکند . بهرحرکتی که از طرف مولد پیشنهاد میشود ، با روش تجزیه و تحلیل ، ارزشی داده میشود . ارزش هرحرکت بوسیله یک سری ارزش یابی هائی که هرکدام با توجه بیک هدف بدست آمده تعیین میشود .

اینک از بین تمام حرکات ممکن که با روش تحلیلی بهریک از آنها ارزشی داده شده است ، یک حرکت برای اجراء انتخاب میشود . انتخاب نهائی ممکنست با نوعی روش " مینی ماکسینگ "

صورت گیرد ، یعنی انتخاب با ارزش ترین حرکت . یکی دیگر از روشهای انتخاب نهائی عبارت است از جستجوی حرکت قابل قبولی است که دارای اثر مضاعف باشد : یعنی انتخاب حرکتی که بوسیله بیش از یک مولد بعنوان "حرکت مثبت" پیشنهاد شده باشد .



شکل ٤ یک بازی شطرنج و موقعیت مهره‌های سفید و سیاه

نمونه‌ٔ یك بازی شطرنج که بوسیلهٔ کمپیوتر و انسان انجام شده

بازی شطرنج زیر نمونه‌ای از یك بازی است که بوسیلهٔ برنامهٔ C P - I NSS انجام شده است. حریف این برنامه در بازی زیر پروفسور H.A. Simon است که با مهره‌های سیاه بازی میکند. این برنامه بر روی یك کمپیوتر JOHNNIAC تنظیم شده و انجام هرحرکت ۲ تا ۵۰ دقیقه وقت لازم داشته است. این برنامه دارای سه هدف است: تساوی قوا، کنترل مرکز و توسعه. فقدان هدفهائی مانند امنیت شاه، تهدیدهای خطرناك، یا پیشرفت پیاده‌ها، بازی را نامتعادل ساخته و حساسیت برنامه NSS را نسبت به بعضی موقعیتها کم نموده است.

	CP-I	H . A . Simon
1	P - Q 4	N - KB 3
2	N - QB3	P - Q4
3	Q - Q3?	P - ON 3
4	P - K 4	B - N2
5	PXP	N XP
6	N - B3	P-K3
7	B - K2	B-K2
8	B - K3	0-0
9	0 - 0	N-Q2
10	KR - K1	P-QB4
11	QR - 01	Q-B2
12	NX N	BXN?
13	P-QR4?.	QR-B1
14	Q-B3	B - KB3
15	B-QN5	BXN
16	PXB	KR - Q 1
17	BXN?	QXB
18	P - N3	PXP
19	Q - Q2!	0 - B3!
20	B - B4	OXOBP
21	QXQ	RX Q
22	R - QB1	KR-QB1
23	OR-01	KR - B6
24	P - N4	KRXP
25	B - N3	P - Q6
26	R - QB1	B - N4
27	R X R	PXR
28	B - K5	P - B8=Q
29	RXQ	BXR
30	Resigns	

کمپیوتر بصورت ماشین ترجمه

اینک یکی دیگر از کارهای فکری را که بوسیله‌ء یک کمپیوتر خود کار انجام شده است مورد بررسی قرار میدهیم وآن عبارت از ترجمه از یک زبان بزبانی دیگر است. اولین کوشش موفقیت آمیز در سال ۱۹۵٤ هنگامی بدست آمد که کمپیوتر IBM مدل ۷۰۱ مطالبی را از زبان روسی بانگلیسی ترجمه کرد. تعداد کلی لغات روسی شامل ۲۵۰ کلمه (با تلفظ لاتین) در زمینه‌های سیاسی، فضائی، ریاضیات، شیمی، متالوژی، ارتباطات، وامور نظامی روی کارت منگنه شده بود. همراه باهر کلمه‌ء روسی یک یا دو کلمه‌ء انگلیسی معادل آن روی همان کارت منگنه شده و برنامه‌ء کار طوری تنظیم گردیده بود که اجازه میداد یکی از معانی مختلف یک کلمه انتخاب شود و ترتیب قرار گرفتن کلمات نیز ممکن بود بدون تغییر باقی بماند یا عوض شود. برنامه ربزی تقریبا شامل ۲٤۰۰ مرحله بود.

باصرف ۵ تا ۸ ثانیه وقت برای ترجمه‌ء هرجمله‌ء روسی، ترجمه‌های زیر بوسیله‌ء ماشین انجام میشد.

KACHYESTVO UGLYA OPYEDYELYAYETSYA KALORYIYNOSTJYU.

The quality of coal is determined by calorie content.

مرغوبیت ذغال سنگ برحسب کالری محتوی آن تعیین میشود.

MI PYERYEDAYEM MI SLYI POSRYEDSTVOM RYECHYI

we transmit thoughts by means of speech

ما افکار خودرا بوسیله‌ء بیان منتقل میکنیم.

با اینکه هنوز راه درازی در پیش است ، ولی امکان ترجمه زبان بطور موثر ، بوسیله کمپیوترهای خودکار بطور قطع ثابت گردیده است.

مکالمه با کمپیوتر

یکی دیگر از زمینه‌های مساعد برای تحقیق در باره هوش مصنوعی ، عبارت از مکالمه با کمپیوترها است. درمیان تمام موارد استعمال کمپیوترها برای انجام کارهای فکری، مکالمه و گفتگوی آنها با انسان بزبانهای متداول و بیان افکار بصورت معمولی خیلی بعید بنظرمیرسد . برای جلوگیری از هرگونه اشتباهی باید بگوئیم که منظور از گفتگو و بحث با کمپیوتردرحال حاضر بصورت کتبی است. بعبارت دیگر، هم انسان وهم کمپیوتر از طریق مکاتبه مطالب خود را بیان میکنند . بدیهی است گفتگو و بحث شفاهی هم غیر ممکن نیست ولی انجام این امر درآینده دورتری از مکالمه بوسیله حروف ماشین شده قرار میگیرد.

بمناسبت تعریفی که " توورینك " از " کمپیوتر متفکر " بعمل آورد ودر صفحه ۹ بآن اشاره شد، مسئله مکالمه با کمپیوتر ، زمینه جالب توجهی دارد . از آن زمان این تعریف بعنوان هدف و محرکی برای مردم آشنا با کمپیوتر باقی مانده است. در حدود سال ۱۹۵٤ John w. Carr III که در دانشگاه میشیگان تدریس میکرد برنامه‌ریزی مکالمه در باره هوا با کمپیوتررا برای دانشجویان خود تعیین کرد ولی هیچیك از آنها این کارپرزحمت را قبول نکردند . وی در دسامبر سال ۱۹۵۸ تصمیم گرفت که بحث مشروحی در باره این مسئله بوجود آورد و سعی کند که یکی از مراکز کمپیوتررا متقاعد کند تا این مسئله راروی یك کمپیوتر

تنظیم نماید.

بمنظور شروع برنامه‌ریزی یک کمپیوتر برای بحث درباره‌ٔ هوا، ما میتوانیم لغات را به سه دسته تقسیم کنیم: کلمات عادی، واژه‌های مربوط به زمان، ولغات عامل. لغات عادی آنهائی هستند که حتی به تنهائی دارای معنی هستند مانند "برف"، کلمات زمانی آنهائی هستند که موقع یا وقتی از سال یا رابطه زمان را نسبت بحال تعیین میکنند، مانند "اکتبر" یا "هفته" "گذشته". لغات عامل به تنهائی و بصورت مجزا فاقد معنی بوده ولی وقتیکه با کلمات دیگر همراه شوند معنی آنهارا تغییر میدهند وبا این جهت بیشتر در معنی جمله موثرند. مثلا کلمه‌ٔ "نه" بخودی خود معنی ندارد ولی در جمله‌ٔ "خورشید نمیدرخشد" باعث تغییر مفهوم جمله میشود.

ابتدا روش نشان دادن معنی را در کمپیوتر تشریح میکنیم. معنی یک کلمه‌ٔ عادی بوسیله‌ٔ دو عدد صحیح بصورت q, d نشان داده میشود. عدد q مشخص کننده‌ٔ شدت و کمیت وعدد d نماینده‌ٔ کیفیت و چگونگی مفهوم کلمه است. بعنوان مثال به عبارات زیر وطرز نشان دادن آنها در کمپیوتر توجه کنید.

شبنم	(۱ و ۱)
باران ریز	(۱ و ۳)
باران	(۱ و ۶)
باران شدید	(۱ و ۷)

کلمات بدون معنی بصورت (۰ و ۰) ومعنی کلمه‌های مربوط بزمان نیز بطریق مشابهی توسط دوعدد (t و d) نمایش‌داده میشوند. عدد t نوع زمان تقویمی یا نسبی و d همچنان درجه‌ٔ آنرا نشان میدهد. مثلا :

دیروز (۱۰ و ۱)

امروز (۱۰ و ۲)

فردا (۱۰ و ۳)

دسامبر (۹ و ۱)

ژانویه (۹ و ۲)

فوریه (۹ و ۳)

اثر لفات‌عامل نیز بوسیله‌ٔ دو عدد (f و d) بیان میشود. f اثر لفت‌عامل و d شدت آن را نشان میدهد. بعنوان مثال بعبارات زیر که معنی کلمه‌های قبلی را درجمله‌ای نفی میکنند توجه کنید.

تغییر کردن (۱۲ و ۱)

کم شدن (۱۲ و ۲)

متوقف شدن (۱۲ و ۳)

بوسیله‌ٔ مثال نمونه‌ٔ زیر، بخوبی میتوان طرز کار وبرنامه‌ٔ مکالمه با کمپیوتررا دریافت.

فرض کنیم که جمله‌ٔ زیر به کمپیوتر داده شود :

" من از باران در ژوئیه خوشم نمیآید "

کمپیوتر، مقادیر عددی هریك از لغات را بجای آنها قرارداده و جمله را بصورت زیر درمیآورد : (۵ و ۵) (۵ و ۵) (۱ و ۶) (۵ و ۵)(۹ و ۸)(۱۱ و ۳) (۱۴ و ۳) (۵ و ۵)

کلمهٔ نفی (۱۴ و ۳) بر (۱۱ و ۳) اثر کرده وآنرا تبدیل به لغت جدیدی میکند.

(۱۲ و ۳) (و) (۱۱ و ۳) (۱۴ و ۳)

بـــدم - خوشم نـه

با این تبدیل و پس از خارج کردن کلمات بی معنی (۵ و ۵) جمله‌ای که داده شده بصورت زیر درمیآید :

(۱ و ۶) (۹ و ۸) (۱۲ و ۳)

این مجموعهٔ لغات باعث میشود که برنامه کمپیوتر رابطه‌ای بین هوائی که درجمله ذکر شده یعنی باران (۱ و ۶) ، و هوائی که معمولا در ماه ژوئیه دیده میشود یعنی : گرما (۵ و ۲) وآسمان آبی (۳ و ۶) پیدا کند . در این مثال بخصوص دونوع هوای ذکر شده باهم مغایرند حالا کمپیوتر باید یك جمله برای جواب دادن پیدا کند . با توجه به عوامل زیر :

هـــوا (بـــارانـــی)

احساس (خوش نیامـدن)

زمـان (ژوئیـــــه)

نوع جمله (غیـــرسئوالی)

واینکه مقایسه فوق مغایرت دونوع هوا را نشان داده است ، کمپیوتر جمله زیررا از حافظه خود انتخاب میکند :

" درماه ----- معمولا هوا ----- نیست وبنا براین فکرنمیکنم ناامید بشوی "

این جمله دارای دو جای خالی است که بوسیله کمپیوتر وبا توجه به جمله اصلی تکمیل میشوند در مورد این مثال بخصوص جمله زیر بدست میآید :

" درماه ژوئیه معمولا هوا بارانی نیست وبنا براین فکرنمیکنم ناامید بشوی "

مثالهای دیگری از مکالمه با کمپیوتر

درمثالهای زیر، سه نوع جمله در باره وضع هوا طرح گردیده و پس از هرجمله، ۱۰پاسخ بآنها داده شده است. یکی از این جوابها بوسیله کمپیوتر IBM 704 در M.I.T و ۹ تای دیگر بوسیله افراد مختلف داده شده اند. هدف از جمع آوری این جوابها اینست که معلوم شود تاچه حد میتوان جواب کمپیوتررا از بقیه آنها تشخیص داد.

الف ـ آیا اگر حالا هوا ابری وبا باد توام شود بدتان میآید ؟

۱ ـ نه .

۲ ـ بله .

۳ ـ بله ، البته که بدم میآید.

٤ ـ من هوای توام با باد را دوستدارم .

٥ ـ خیر.

٦ ـ ممکن است بدم بیاید ولی نمیتوانم جلو آن را بگیرم .

٧ ـ نه چندان .

* ٨ ـ من از هوای توام با باد بدم نمیآید البته اگر زیاد ادامه نیابد.

٩ ـ نه بعداز این همه گرما .

١٠ ـ در این ناحیه هرنوع هوائی بد است .

ب ـ من هرگز گرمائی با این شدت ندیده‌ام :

---

١ ـ اینقدر ناز نکن نازنجی نباش .

٢ ـ احتمالا دیده‌ای ولی بخاطر نداری .

٣ ـ من مطمئنم که این جمله را چندبار در سال میگویم .

٤ ـ متهم ندیده‌ام . باوجود این ناراحتم نمیکند .

٥ ـ روز خوبی است برای برنزه شدن .

٦ ـ چون من در مرخصی هستم .

٧ ـ برگرد .

٨ ـ آیا تازگی ها به مادرید نرفته‌ای ؟

٩ ـ تقریبا به گرمی صحرای آفریقا در سفر اخیرم .

١٠ ـ اغراق میگوئی .

ج - در این بهار چه نوع هوائی میخواهی؟

۱ - من روزهای گرم و آفتابی میخواهم ولی چیزیکه من میخواهم باهوائی که محتملا خواهیم داشت تفاوت زیادی دارد.

۲ - خوب و خنک.

۳ - روزهای گرم و آفتابی.

* ٤ - درماه مه من همیچ چیز را بیشتر از یک روز آفتابی و یک رگبار به هنگام عصر دوست ندارم.

۵ - داغ.

٦ - امیدوارم رگبار داشته باشیم.

۷ - گرم.

۸ - هوای ملایم، هرچه ملایم تر بهتر.

۹ - بهار؟ من فکر کردم بهار تازه تمام شده.

۱۰ - گرم.

جوابهائی که بوسیله کمپیوتر I B M مدل 704 به سه سئوال فوق داده شده است بترتیب عبارتند از شماره های ۸ و ۱ و ٤ که باعلامت ستاره مشخص گردیده اند.

نتیجه

درصفحات قبل، ساختمان مغز انسان و کمپیوتر بطورخلاصه تشریح شدوبعضی کارهای فکری که بوسیلهٔ کمپیوتر انجام یافته است مورد بررسی قرارگرفت. اکنون بجاست که کمپیوتررا با مغز انسان مقایسه کنیم وجوابی قطعی به مسئلهٔ " فکرکردن کمپیوتر " بدهیم.

دستگاه تفکر انسان از اجزائی تشکیل شده است که شبیه به قسمتهای مختلف یك کمپیوتر هستند (شکل ۱ و ۲). عمل دستگاههای حسی انسان درست مانند دستگاه ورودی کمپیوتر است. قابلیت صحبت کردن و نوشتن انسان، دستگاه خروجی اورا تشکیل میدهد. سلسلهٔ اعصاب در بدن بصورت کانالهائی هستند که اطلاعات را بهمان طریقی که در کمپیوتر عمل میشود بوسیلهٔ علائم الکتریکی بطرف مغز هدایت میکنند. مغز انسان بصورت دستگاههای حافظه، کنترل، و محاسبه، کارمیکند. کاریك لامپ خلاء یا ترانزیستور در کمپیوتر شبیه به عمل یك " نرون " Neuron یا سلول عصبی در مغز انسان است.

البته پیچیدگی و راندمان مغز انسان خیلی بیش از کمپیوتر است. یکی از علل پیچیدگی ساختمان مغز انسان، زیادی ظرفیت حافظهٔ آن است. یك کمپیوتر بزرگ و مدرن دارای حافظه‌ای باظرفیت چند میلیون عدد است، درصورتیکه ظرفیت حافظهٔ مغز انسان چندین بیلیون بیلیون عدد برآورد شده است. بنابراین ظرفیت حافظهٔ مغز انسان در حدود ۱۰۰،۰۰۰ بیلیون برابر بزرگترین کمپیوترهای موجود است.

برای مقایسهٔ راندمان مغز و کمپیوتر میتوان مقیاسی انتخاب کرد. این مقیاس عبارت

از تعداد عمل‌هائی است که حجم‌های مساوی از مغز و کمپیوتر در زمان معینی انجام میدهند. یک " نرون " یا سلول مغزی در حدود یک بیلیون بار کوچکتر از عنصر مشابهش در کمپیوتر است ولی در حدود ۱۰۰٬۰۰۰ بار آهسته تر کار میکند. از تقسیم این دو عدد بر یکدیگر نتیجه میگیریم که راندمان مغز انسان هنوز ۱۰٬۰۰۰ برابر یک کمپیوتر است.

با وجود اینکه پیچیدگی ساختمان و راندمان کمپیوترها بمراتب کمتر از مغز انسان است و نمیتوانند بعضی اعمال فکری انسان را انجام دهند، ولی در بعضی موارد میتوانند بخوبی جانشین مغز انسان شوند. یک کمپیوتر، حتی بدون گذراندن آزمایش " تورینگ " میتواند مفید باشد. با اینحال، دانش و صنعت بشری باچنان سرعتی به پیش میرود که ممکن است در آینده نزدیک، کمپیوتری بتواند آزمایش تورینگ را نیز با موفقیت پشت سر بگذارد.

همانطور که قبلا ذکر شد، جواب این سئوال که " آیا کمپیوتر میتواند فکر کند ؟ " به تعریف عبارت " فکر کردن " بستگی دارد. اگر فکر کردن را بصورت فعالیت مخصوصی که در انحصار بشر است تعریف نمائیم، جواب این سئوال مسلما منفی است. اما اگر قبول کنیم که باین پرسش باید بوسیله آزمایش و مقایسه کار کمپیوتر با کار فکری انسان پاسخ داده شود، جواب آن مثبت خواهد بود.