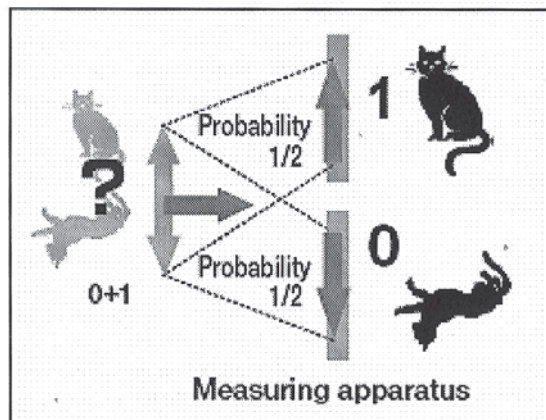


شکل (۳): اساس کامپیوتر کوانتومی

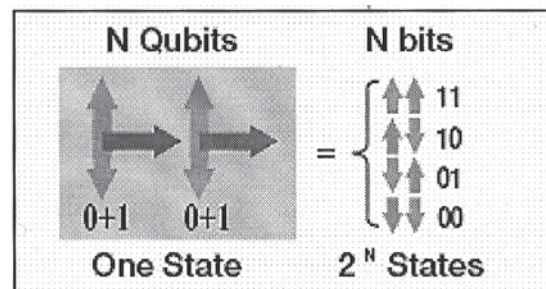


شکل (۱): مفهوم کیوبیت

هر دو حالت می‌تواند تنها به وسیله یک حالت تشکیل شود. بنابراین انجام دادن پردازش فوق موازی مسائلی که نیاز به دو ورودی دارند، امکان‌پذیر می‌شود. هر چه تعداد کیوبیت‌ها افزایش یابد، اثر آن به صورت نمایی افزایش می‌یابد. در شکل (۳) قواعد کامپیوترهای کوانتومی را به صورت خلاصه آورده‌ایم. توسط برهم‌نهی کوانتومی و انحصار با N تا کیوبیت، تمام 2^N حالت می‌توانند به صورت یک حالت بیان شوند. در اینجا مثالی را با $N = 3$ آورده‌ایم. در کامپیوترهای کوانتومی هر عملیاتی که برای محاسبات مورد نیاز باشند، می‌توانند به صورت همزمان برای حالت برهم‌نهی کل انجام شوند. این ذات فوق همزمان مکانیک کوانتومی است که منشأ ظرفیت عظیم محاسباتی می‌باشد. اما برای گرفتن جواب، برخی از مشاهدات مورد نیاز می‌باشد. از آنجا که براساس قوانین فیزیک کوانتومی از مشاهدات خود نمی‌توانیم یک نتیجه قطعی را ارائه دهیم، بنابراین برای از بین بردن این عدم قطعیت، از پدیده تداخل کوانتومی استفاده می‌کنیم و آن را به صورت یک الگوریتم کامپیوتری کوانتومی نشان می‌دهیم.

درهم‌تنیدگی (Entanglement)

خاصیت بسیار شگفت‌انگیز در مکانیک کوانتومی، خاصیت درهم‌تافتگی است. اگر دو یا چند کیوبیت را در برهم‌کنش با هم قرار دهیم، می‌توانند برای مدتی در یک حالت کوانتومی مشترک قرار بگیرند؛ به طوری که نتوان آن حالت را به شکل حاصل ضربی از حالت‌های جدا از هم اولیه نشان داد. حالت این واحدهای اطلاعاتی را گنگ (Fuzzy) می‌نامیم. یک نتیجه مهم Entanglement، این است که یک جفت کیوبیت درهم پیچیده روی یکدیگر تأثیر همزمانی را می‌گذارند که به فاصله آنها از یکدیگر و ماده‌ای که این فاصله را پر می‌کند، بستگی ندارد. یک جفت درهم‌تافته با هم مخلوط نمی‌شوند، بلکه تنها به طور کوانتومی با هم برهم‌کنش می‌کنند. درهم‌تنیدگی، از جهتی شبیه به شکستن یک سکه به دو تکه است که با مشاهده یک نصفه می‌توان به شکل و مشخصات تکه دیگر پی برد، زیرا دو تکه به صورت مشترک، اطلاعات سکه کامل را در اختیار دارند. به عبارت دیگر، مشاهده یک تکه، مشخصات تکه دوم را کاملاً روشن می‌سازد، حتی اگر کیلومترها از هم دور باشند.



شکل (۲): نقش جمع کیوبیت‌ها

می‌باشد. مقدار بیتی که توسط کامپیوترهای دیجیتالی مجاز شمرده می‌شود، تنها 0 و 1 می‌باشد، اما کامپیوترهای کوانتومی در کنار این دو مقدار، می‌توانند از حالت برهم‌نهی 0 و 1 نیز استفاده کنند. بیت‌ها در کامپیوترهای کوانتومی، کیوبیت نامیده می‌شوند. شکل (۱) مثالی از یک کیوبیت را نشان می‌دهد که از اسپین ساخته شده که حالت آن اسپین، برهم‌نهی 0 و 1 با احتمال مساوی می‌باشد. این معادل حالتی است که اسپین به صورت افقی قرار گرفته است و به صورت $0+1$ بیان می‌شود. به محض جمع شدن دو واحد از چنین کیوبیت‌هایی، همانگونه که در شکل (۲) نیز نشان داده شده است، چهار حالتی که دارای دو بیت معمولی هستند، می‌توانند در یک حالت بیان شود. در واقع همان نوع برهم‌نهی حالت $0+1$ می‌تواند توسط یک بیت در یک کامپیوتر آنالوگ تشکیل شود و ایجاد کردن برهم‌نهی از چهار حالت با احتمال یکسان توسط دو بیت امکان‌پذیر می‌شود. اما ذات کامپیوترهای کوانتومی با فیزیک کلاسیک، از این نظر که هر ترکیبی از 4 حالت می‌تواند به وسیله دو کیوبیت بیان شود، متفاوت می‌باشد. برای مثال، یک حالت برهم‌نهی از $11+00$ نمی‌تواند از نظر کلاسیکی تحقیق‌پذیر باشد، حتی اگر حالت‌های برهم‌نهی کلاسیکی مورد استفاده قرار گیرد. (این حالت حصار کوانتومی نامیده می‌شود). این مسأله، منشأ فوق همزمان بودن کامپیوترهای کوانتومی است که نمی‌تواند به وسیله کامپیوترهای آنالوگ کپی‌برداری شود. به علاوه، هنگامی که N تا کیوبیت استفاده می‌شود،