

Jakub Aniola
Wydział Fizyki

Koniec prawa Moore'a

Przeciętna kartka papieru ma grubość około 0,1 mm. Za każdym razem, gdy zegnijemy ją na pół, jej grubość się podwaja. Teoretycznie wystarczyłoby zgiąć ją 42 razy, aby grubość kartki przekroczyła średni dystans między Ziemią a Księżycem. W praktyce jednak nie uda nam się zgiąć jej więcej niż 7 razy zanim jej kształt uniemożliwi dalszy proces. W 1975 roku amerykański inżynier i przedsiębiorca Gordon Moore wypowiedział się na temat tempa rozwoju technologii komputerowej twierdząc, że najprawdopodobniej przez co najmniej następną dekadę ilość tranzystorów w układach scalonych dostępnych na rynku będzie się podwajać mniej więcej co 2 lata.¹ To zdanie, okrzyknięte później prawem Moore'a, okazało się zaskakująco trafne nie tylko w przewidzianym wtedy okresie, ale nawet dzisiaj! Niektórzy twierdzą, że miało ono charakter samospełniającej się przepowiedni, motywując producentów elektroniki do utrzymania wykładniczego wzrostu mocy obliczeniowej komputerów. Jednak czy taki postęp może utrzymać się wiecznie? Czy też, podobnie jak nasza kartka papieru, osiągnie kiedyś maksimum, po którym komputery przestaną być udoskonalane?

Niektórzy eksperci twierdzą, że prawo Moore'a jest bliskie wyczerpania. Tranzystory osiągają rozmiary bliskie granicy, przy której mogą jeszcze działać. Choć mówi się już o tranzystorach w technologii „5 nm”, to liczba ta jeszcze przed początkiem milenium straciła swój dawny techniczny sens związany z jednym z wymiarów tranzystorów, a stała się raczej terminem marketingowym.² Coraz ciaśniejsze ich upakowywanie na powierzchni czipów również stanowi wyzwanie związane z efektywnym chłodzeniem komponentów podczas pracy. Jest bardzo możliwe, że prawo Moore'a, w ścisłym rozumieniu ilości tranzystorów na jednostkę powierzchni, faktycznie zaczyna osiągać swój kres. To nie musi jednak oznaczać końca postępu. Eksperci przewidują potencjalne rozwiązania, takie jak wykorzystanie nowych materiałów czy tworzenie układów wielowarstwowych, których wdrożenia możemy się spodziewać w ciągu następnych 15 lat. Ponadto moc obliczeniowa nie wynika jedynie z ilości tranzystorów. Producenci będą mogli popisać się także na innych polach mających wpływ na szybkość wykonywania operacji.

Niestety, nawet jeśli zatrzymanie rozwoju nie czeka nas w najbliższej przyszłości, ze względu na fizyczne limity produkcji, kiedyś będziemy musieli się liczyć z osiągnięciem granicy możliwości komputerów. Produkcja jeszcze bardziej zaawansowanego sprzętu stanie się niemożliwa lub nieopłacalna. Jednak nie należy o tym myśleć jako spadku ich produktywności! Oznacza to jedynie, że komputery przestaną stawać się lepsze.

Różne grupy osób korzystają z komputerów na różne sposoby. Dla niektórych z nich służy on do nieskomplikowanych zadań, takich jak odtwarzanie muzyki, edycja dokumentów, proste obliczenia. Zadania, które komputer spełnia w codziennym życiu są proste i bardzo

1 Różne źródła podają różne informacje co do szczegółów tej wypowiedzi. Nie mają one jednak dużego znaczenia dla sensu tego wypracowania, więc postanowiłem nie zagłębiać się w nie.

2 Nie należy w tej kwestii winić producentów, bowiem nazwy te są ustalane ogólnie przez organizację IEEE. W wydawanym przez nią raporcie o uroczej nazwie „More Moore” przewidywała ona na kolejne lata technologie o malejących „rozmiarach” aż do „0,7 eq nm”

powoli nabierają złożoności. Niewykluczone, że dla niektórych ludzi nawet dzisiejsze urządzenia mają wystarczającą moc, aby zaspokoić ich potrzeby na następne dekady. Oczywiście komputery to nie tylko laptopy i jednostki stacjonarne. W dzisiejszym świecie jesteśmy przez nie otoczeni niemalże w każdym miejscu i wiele wskazuje na to, że w przyszłości będzie to jeszcze bardziej zauważalne, jednakże ich złożoność rzadko dorównuje komputerom osobistym.

Istnieją także dziedziny, w których wyraźnie brakuje mocy obliczeniowej. Profesjonaliści, dla których komputer stał się nieodłącznym narzędziem pracy, zyskują na produktywności z każdą nową generacją sprzętu i oprogramowania. Edycja wideo, renderowanie fotorealistycznej grafiki i analiza big data to tylko niektóre z takich dziedzin. W wielu przypadkach wprowadzenie komputerów zmieniło całe gałęzie gospodarki, nierozłącznie wiążąc je z urządzeniami, a niektóre powstały jako odpowiedź na rosnące możliwości jakie dają nam komputery. Podobnie sytuacja ma się z graczami. Gry komputerowe są dzisiaj jedną z sił napędowych przemysłu komputerowego. Jak zwiększyć moc obliczeniową, gdy komponenty przestają być doskonałe? Odpowiedzią może być zwiększenie ilości. Łatwo sobie w tym momencie wyobrazić komputer rodem z początkowych lat informatyki, zajmujący całe pomieszczenie. Pokój komputerowy stałby się jednym z pomieszczeń w domach i mieszkaniach, podobnie jak kuchnia czy sypialnia. O ile taki scenariusz nie jest niemożliwy, uważam go za mało prawdopodobny, gdyż istnieje rozwiązanie o wiele prostsze, przynajmniej z perspektywy konsumenta: chmura. Już dzisiaj można komercyjnie wypożyczać zdalne komputery przeznaczone do obliczeń, a w 2019 roku Google uruchomiło platformę Stadia przeznaczoną do zdalnego grania, przy czym wymagania sprzętowe co do komputera pośredniczącego są stosunkowo niskie.³ Czy zatem potrzebne będą nam w domu komputery o wiele mocniejsze od dzisiejszych? Prawdopodobnie nie. Wystarczy prosty komputer do połączenia się z dostawcą usług, którego o wiele bardziej zaawansowana maszyna będzie pełnić dla nas i wielu innych użytkowników funkcję niezależnych, osobistych komputerów. Niewykluczone, że po pewnym czasie sytuacja przedstawi się analogicznie w wypadku urządzeń mobilnych. Z konieczności wiązałoby się to z jeszcze szerszym rozpowszechnieniem bezprzewodowego, wysokoprzepustowego dostępu do Internetu.

Pozostaje sobie zadać pytanie, jak zatrzymanie rozwoju sprzętu wpłynie na rozwój oprogramowania? Dotychczas większa moc obliczeniowa była jednym z głównych źródeł możliwości i potrzeby doskonalenia aplikacji. Narzędzia pracy, takie jak edytory wszelkiego rodzaju plików, mogą osiągnąć pełnię swojego potencjału wkrótce po samych urządzeniach. Aktualizacje ograniczą się prawie wyłącznie do zabezpieczania przed nowymi rodzajami wirusów i ataków hakerskich. Gdy jednak spadnie potrzeba aktualizacji programów, jak korporacje będą mogły na nich zarabiać? Odpowiedzią może być płatna subskrypcja, dająca dostęp do programu wyłącznie na określony czas. Już dziś wiele programów działa na tej zasadzie. Niemniej, w związku z powstaniem sufitu możliwości programów, tylko kwestią czasu stanie się, zanim bezpłatne alternatywy programów staną się równie wydajne i pożyteczne, co ich płatne wersje. Oczywiście nie spodobałoby się to korporacjom. Jaka będzie ich odpowiedź? Czy wyślą prawników, aby nadużywali praw autorskich

3 Ze startem platformy wiązało się dużo problemów i można stwierdzić, że jeszcze się ona nie przyjęła. Były to jednak w dużej mierze aspekty takie jak szybkość połączenia internetowego, których zdecydowanej poprawy możemy spodziewać się w następnych latach.

i patentowych, blokując rozwój wolnego software'u? A może uniemożliwią korzystanie z zewnętrznych aplikacji we własnym środowisku? Czy też rozpoczną kampanię dezinformacyjną, zniechęcającą do korzystania z darmowych narzędzi? Choć pole do popisu mają duże, patrzę w przyszłość optymistycznie. Mam nadzieję, że nawet jeśli firmy zaczną wykorzystywać te i inne środki, okażą się one tymczasowe, a ludzkość czeka informatyczna utopia wolnego oprogramowania.