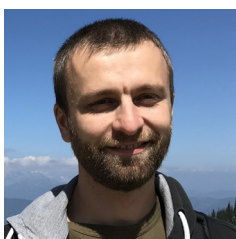


Globalny wyścig w układach scalonych – co się dzieje na świecie? Jakie wnioski dla Polski?



Aleksander Neyman

Dyrektor w Imagination Technologies

Trudno sobie dziś wyobrazić świat bez procesorów – w te miniaturowe urządzenia wyposażone są wszelkie sprzęty elektroniczne: od zmywarek, przez telewizory, na smartfonach i laptopach kończąc. To one są i będą „sercem” wszelkich innowacyjnych produktów nowej generacji. Nie może zatem dziwić, że stanowią obecnie jeden z głównych przedmiotów globalnego wyścigu technologicznego. Jak rysuje się sytuacja na międzynarodowym rynku procesorów – jakie są jego główne płaszczyzny oraz aktorzy? W których obszarach polskie firmy mogą szukać szansy dla siebie?

Rozmowę prowadzi Marcin Wandałowski, redaktor publikacji Kongresu Obywatelskiego.

Jesteśmy dziś świadkami globalnego wyścigu technologicznego, którego jedną z głównych płaszczyzn jest przestrzeń układów scalonych i procesorów. Mam wrażenie, że większość osób nie wie jednak do końca, co kryje się za tymi pojęciami – czy mógłby Pan pokrótce to wyjaśnić?

Układ scalony to miniaturowy sterownik w urządzeniach elektronicznych, takich jak pralki, domofony czy piloty do telewizorów. Mikroprocesor to zaawansowany układ scalony – czyli program komputerowy, wypalony w kawałku krzemu.

Tworzenie procesora jest bardzo skomplikowanym i wymagającym działaniem – tak technologicznie, jak i finansowo. Słyszysz się, że z wytworzeniem wysokospecjalistycznego know-how w tym zakresie problemy mają na przykład Chińczycy, a jest to przecież obszar absolutnie newralgiczny z perspektywy tzw. gospodarki przyszłości. Z czego bierze się ta złożoność?

Produkcja procesora to faktycznie skomplikowana i wieloetapowa droga, wymagająca współpracy specjalistów z wielu dziedzin nauki tj. informatyki, chemii, fizyki, robotyki i wielu innych... Współczesna technologia, pozwala na produkcję tranzystorów – czyli podstawowych „składowych” procesora – o wielkości 3, 5 czy 7 nanometrów. Dla porównania: wielkość jednego atomu wynosi mniej więcej 0,1-0,2 nanometra. Mówimy zatem o wytwarzaniu produktu z elementów niewiele większych niż atom. Co więcej, produkcja procesora wymaga wypalenia go na idealnie czystej krzemowej płytce – każde zabrudzenie materiału powoduje, że tranzystor nie będzie działał. Już samo to pokazuje, jak trudne i wymagające jest to przedsięwzięcie.



Tworzenie procesora to skomplikowana i wieloetapowa droga, wymagająca współpracy specjalistów z wielu dziedzin. Współczesna technologia, pozwala na produkcję tranzystorów niewiele większych niż atom.

Czy można wyróżnić w nim pewne fazy?

Można wyodrębnić trzy zasadnicze etapy. Pierwszy dotyczy zaprojektowania architektury, a zatem wymyślenia, w jaki sposób dany procesor powinien działać, jaką funkcjonalność powinien zapewnić. Następnie trzeba go zaimplementować w postaci programu komputerowego. Stosuje się do tego specjalne języki programowania, umożliwiające jego późniejszą produkcję.

Drugi etap to produkcja, czyli wypalenie programu w kawałku krzemu nie większym niż 2-3 cm² (często tylko kilkadziesiąt mm²). To faza długa i skomplikowana, związana z litografią, czyli naświetlaniem płytki bardzo krótkimi falami świetlnymi, stosowaniem środków chemicznych, czy nakładaniem bardzo cienkich warstw metali (często ziem rzadkich). To proces do pewnego stopnia zbliżony do tradycyjnej fotografii, gdzie „kliszą” jest płytka krzemowa pokryta światłoczułym materiałem, a zdjęciem – procesor. Do tego etapu zaliczyłbym też połączenie kilku różnych procesorów i układów scalonych w jeden zaawansowany układ, który możemy znaleźć w naszych telefonach komórkowych i komputerach. Ich produkcja wymaga również specjalistycznych, wysoko zaawansowanych technologii.

Ostatnia faza, która w zasadzie ma miejsce równoległe do dwóch pozostałych, polega na wytworzeniu oprogramowania – bez niego procesory nie byłyby zbyt użyteczne. Oprogramowanie to możemy podzielić na sterowniki, umożliwiające korzystanie z procesora oraz tzw. biblioteki ułatwiające programistom tworzenie zaawansowanych i wydajnych aplikacji.

Kto kontroluje dziś – w sensie biznesowym, a może nawet geopolitycznym – owe płaszczyzny?

To zależy od tego, o jakim procesorze czy układzie scalonym mówimy – jest ich wiele rodzajów. Najbardziej popularnym jest tzw. CPU (czyli Central Processing Unit), który odpowiada za sterowanie laptopem, komputerem osobistym, tabletem czy smartfonem. Są też procesory graficzne czy procesory do sztucznej inteligencji. Sytuacja wygląda nieco inaczej w zależności od segmentu rynku.

Jeśli chodzi o CPU, wykorzystywane do laptopów i komputerów stacjonarnych, to na rynku liczy się tylko dwóch amerykańskich graczy – Intel oraz AMD. Jest to związane z licencją tzw. architektury x86, do której dostęp mają tylko trzy firmy na świecie (trzecią jest tajwańska Via Technologies współpracująca z chińską firmą Zhaoxin, lecz posiada śladowe udziały w globalnym rynku). Nikt inny nie może wyprodukować procesora x86 bez ich zgody. Jest bardzo mało prawdopodobne, że na tym rynku pojawi się ktoś jeszcze.

Całkiem inaczej wygląda to w obszarze tabletów i telefonów komórkowych, gdzie króluje technologia opracowana przez brytyjską firmę ARM. Procesory oparte o architekturę ARM znajdziemy zarówno iPhone'ach, telefonach z Androidem, a nawet tabletach z systemem Windows. ARM sam nie produkuje procesorów, lecz „żyje” z licencjonowania swoich rozwiązań innym, dlatego znajdują się one w produktach wielu producentów. Trzeba jednak pamiętać, że licencja ta jest dość droga i może sobie na nią pozwolić ograniczona liczba firm.

Można zatem powiedzieć, że segment tworzenia architektury procesorów CPU został skutecznie „zabetonowany”. Jest szansa na to, by sytuacja uległa zmianie?

W niedalekiej przyszłości możemy być świadkami pewnego przełomu – w ostatnich latach pojawiła się bowiem na rynku trzecia architektura, RISC-V, która jest podobna do *software’owego open-source’u*, co znaczy, że jest bezpłatna, otwarta i każdy może jej użyć. Powstała na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley i jest dość intensywnie rozwijana przez wiele firm na świecie. Na jej rozwoju zależy w szczególności podmiotom chińskim, ale nie tylko, gdyż wspierana jest również przez firmy technologiczne ze Stanów Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii.

Jeśli RISC-V się upowszechni, to rozwojem procesorów CPU będzie zajmować się większa liczba producentów. Nie będzie to jednak łatwe – większość oprogramowania na świecie zostało stworzone w architekturze x86 lub ARM i będzie trudno „przepisać je” na nową architekturę. Jeżeli jednak w RISC-V zainwestuje kilku dużych producentów oprogramowania, popularyzując go wśród użytkowników, to kolejne firmy podążą ich śladem.

Wspominał Pan, że oprócz architektury dla procesorów CPU, warto przyrzeć się jeszcze dwóm innym.

Tak, po pierwsze procesorowi graficznemu GPU – w jego wypadku twórców architektury jest nieco więcej. Nvidia, AMD oraz Intel produkują procesory na potrzeby gier komputerowych oraz profesjonalnych wizualizacji graficznych. Z kolei projektowaniem procesorów graficznych na urządzenia mobilne, czyli tablety i smartfony – zajmują się firmy brytyjskie jak ARM czy Imagination Technologies oraz amerykańskie Qualcomm i Apple. W ostatnim czasie pojawiają się też procesory GPU chińskich producentów takich jak Moore Threads czy Biren.

Na koniec chciałbym jeszcze powiedzieć o coraz popularniejszych procesorach do uczenia maszynowego czy szerzej do sztucznej inteligencji. Są to nowe rozwiązania, w których nie ma jeszcze wypracowanych jednolitych standardów programowania oraz budowy procesora. W związku z tym na rynku pojawiło się kilku nowych graczy, którzy wymyślają własne metody, dedykowane pod specyficzne potrzeby algorytmów uczenia maszynowego. Tutaj prym wiedzie NVIDIA, lecz mniejsze bariery wejścia na rynek zaowocowały pojawieniem się kilku nowych start-upów, takich jak brytyjski Graphcore czy amerykański Tenstorrent. Co ciekawe swoje procesory zaczęli tworzyć też giganci pokroju Google’a, który do tej pory zajmował się oprogramowaniem oraz rozwiązaniami chmurowymi. Tutaj „gra” jest jednak cały czas nierozstrzygnięta.

”

Coraz popularniejsze stają się procesory do uczenia maszynowego czy szerzej do sztucznej inteligencji. Są to nowe rozwiązania, w których nie ma jeszcze wypracowanych jednolitych standardów programowania oraz budowy procesora. Tutaj „gra” jest cały czas nierozstrzygnięta, co może stanowić szansę również dla polskich firm.

Jak natomiast globalny układ sił wygląda na płaszczyźnie produkcyjnej procesorów?

Ten rynek wymaga olbrzymich nakładów finansowych oraz najbardziej zaawansowanych technologii na świecie. W tej rywalizacji pozostało tylko trzech graczy: tajwański TSMC, amerykański Intel, oraz koreański Samsung. Producentów procesorów jest dużo więcej, lecz w ostatnich latach stopniowo wypadali z rywalizacji technologicznej i używają starszych technologii. Warto tutaj dodać, że nie wszystkie procesory muszą być wyprodukowane przy użyciu najbardziej zaawansowanych technologii – te są niezbędne do laptopów czy smartfonów, natomiast do produkcji pralek czy zmywarek spokojnie wystarczą te starsze, przez co dużo tańsze rozwiązania.

Ciekawy jest fakt, że zarówno Intel, Samsung, jak i TSMC do produkcji procesorów używają urządzeń holenderskiej firmy ASML. Można powiedzieć, że jest ona monopolistą na rynku zaawansowanego sprzętu litograficznego, niezbędnego do wytwarzania procesorów i bez wątpienia pozostanie nim w perspektywie przynajmniej kilku najbliższych lat, choć ostatnio stara się ją gonić japoński Canon.

”

Choć to tajwański TSMC, amerykański Intel i koreański Samsung są głównymi producentami najnowocześniejszych procesorów, to żadna z tych firm nie jest w stanie się obyć bez holenderskiej firmy ASML, która jako jedyna w świecie wytwarza maszyny do produkcji procesorów najnowszej generacji.

Warto też wspomnieć, że w łańcuchu produkcji procesorów niezbędne są bardzo wyspecjalizowane, wysokotechnologiczne firmy, zajmujące się np. wytwarzaniem bardzo czystego krzemu czy różnego typu chemikaliów, wykorzystywanych później w procesie produkcyjnym. Również w tych obszarach coraz mniejsza grupa firm jest w stanie nadążać za najnowocześniejszymi technologiami, co stopniowo zmniejsza konkurencyjność tego rynku.

Ostatnim, trzecim etapem budowy procesorów jest tworzenie oprogramowania. Jak sytuacja wygląda na tej płaszczyźnie?

Sterowniki procesora to specyficzny rodzaj oprogramowania wymagający bardzo dużej wydajności. Natomiast koniec końców, podobnie jak w tysiącach aplikacji, jest to po prostu program komputerowy, *software*. Ten rynek jest dużo łatwiejszy, bardziej otwarty, nie ma w nim bardzo kosztownych licencji i horrendalnie wysokich barier wejścia, przez co jest miejsce dla większego grona programistów.

Gdzie w całym procesie produkcji procesorów mają szansę zaistnieć polskie firmy?

Zacząłbym od środka, czyli od fabryk produkujących procesory. Tak jak wspominałem, technologie te wymagają olbrzymich nakładów finansowych i wieloletnich badań, na które mogą sobie pozwolić jedynie giganci. Dla nas ten segment jest i będzie niedostępny. Natomiast sytuacja nie wygląda tak źle w obszarze procesorów starszej generacji – mamy w Polsce firmy, które produkują układy scalone, jak np. gdyński Vector.

Niemal niemożliwym wydaje się też wejście polskich firm w obszar architektury wymagającej kupna licencji, gdyż generowałoby to olbrzymie koszty. Wyjątkiem jest tu RISC-V, w wypadku której swoje rozwiązania mogą tworzyć wszyscy, również Polacy. Mam wrażenie, że obszar ten stanowi na razie naszą nie do końca wykorzystaną szansę – mamy coraz większe grono specjalistów, którzy byliby w stanie projektować takie układy, jednak wymagałoby to jeszcze pewnej organizacji oraz nakładów finansowych.

Z kolei jeśli chodzi o oprogramowanie – tu bez wątpienia Polska jest bardzo mocnym graczem na światowym rynku. Większość gigantów technologicznych z branży IT ma swoje oddziały w naszym kraju, w których pracują zdolni polscy programiści. Kolejnym dowodem na siłę i jakość naszego *software'u* jest kilka światowej sławy firm produkujących gry komputerowe z siedzibą nad Wisłą tj. CD Project Red, People Can Fly czy Techland.

”

Polska jest bardzo mocnym graczem na światowym rynku oprogramowania. Większość gigantów technologicznych z branży IT, ma swoje oddziały w naszym kraju, w których pracują zdolni polscy programiści. Polskie firmy to też renomowani producenci gier komputerowych.

Jak rysuje się przyszłość technologii procesorowych – czy fizyka dochodzi już do granic swoich możliwości, czy też człowiek ma jeszcze pewien „zapas” do dalszych optymalizacji oraz pomniejszania tranzystorów?

W branży, o której rozmawiamy, obowiązuje tzw. prawo Moore'a, mówiące o tym, że dzięki rozwojowi technologicznemu, liczba tranzystorów w układzie scalonym podwaja się mniej więcej co 2 lata. Teza ta wynikała z historycznej obserwacji Gordona Moore'a, będącego jednym z pierwszych twórców procesorów. I faktycznie, dotychczas sprawdzała się – od czasu moich studiów, ok. 20 lat temu, tranzystory zostały zmniejszone 100-krotnie, a ich liczba w procesorze wzrosła 1000-krotnie. Już wtedy mówiło się o tym, że zbliżamy się do granic fizyki nie pozwalających na dalsze ich zmniejszanie.

Jak widać, przez ten czas naukowcy poradzili sobie jakoś z tymi ograniczeniami. Obecnie firmy technologiczne zapewniają, że w horyzoncie najbliższych pięciu lat mają już gotowe kolejne rozwiązania, które zapewnią dalsze zmniejszanie tranzystorów. Przy wielkościach porównywalnych z rozmiarem atomu samo zmniejszanie tranzystora staje się jednak coraz trudniejsze i droższe, więc ten proces spowalnia. Z drugiej strony w pewien sposób wymusza innowacje związane z budową i upakowaniem tranzystorów oraz nowe rozwiązania architektoniczne.

Na zakończenie mam jeszcze pytanie odnośnie bardzo palącej kwestii rywalizacji między Chinami a Stanami Zjednoczonymi w omawianym obszarze, którą niektórzy nazywają nawet mianem wojny technologicznej. Jaki jest Pana ogląd na tę sytuację?

Z pewnością rywalizacja amerykańsko-chińska mocno przyspieszyła. Chińczycy przez ostatnie lata bardzo rozwinęli się we wszystkich trzech etapach produkcji procesorów, o których rozmawialiśmy – zaczęli oni produkować własne urządzenia, opracowywać własne *know-how*. Nie są one jeszcze tak zaawansowane jak te z USA, jednak konsekwentnie nadrabiają zaległości.

Podpisany niedawno przez prezydenta Joe Bidena *Chips and Science Act* bardzo ograniczył dostępność amerykańskich i europejskich technologii podmiotom z Chin. Nie tylko zabronił sprzedaży najbardziej wydajnych procesorów do uczenia maszynowego, sprzętu do produkcji procesorów, łącznie z urządzeniami litograficznymi ASML, ale również oprogramowania wytworzonego przez amerykańskie firmy do produkcji procesorów. O tym aspekcie wcześniej nie wspominałem – żeby wyprodukować procesor, potrzebne są specjalne narzędzia *software’owe*, produkowane w większości przez przedsiębiorstwa zza oceanu. Jeżeli dany procesor był zaprojektowany przy ich użyciu, to jest on zablokowany na potrzeby chińskiego rynku.

Wszystko to powoduje duże ograniczenia dla tamtejszego przemysłu, w znacznym stopniu spowalniające możliwość tworzenia najbardziej zaawansowanych procesorów w Państwie Środka. Taki cel przyświeca Amerykanom i myślę, że opóźni o kilka lat proces doganiania przez Chiny zachodnich technologii w tej branży.



Działania amerykańskiej administracji powodują duże ograniczenia dla chińskiego przemysłu, w znacznym stopniu spowalniające możliwość tworzenia najbardziej zaawansowanych procesorów w Państwie Środka.

O rozmówcy

Aleksander Neyman – Dyrektor w Imagination Technologies, wcześniej pracował w Intel Technologies w Gdańsku. Specjalizuje się w badaniu wydajności oraz projektowaniu architektury mikroprocesorów. Absolwent Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej.

Partnerzy



SAMORZĄD
WOJEWÓDZTWA POMORSKIEGO



GDAŃSK

Pomorski Fundusz Rozwoju
sp. z o.o. z siedzibą w Gdańsku



Spółka Samorządu
Województwa Pomorskiego



Więcej niż spawanie

Partnerzy numeru

