Świt polskiego IT

Czas największego boomu w dziedzinie informatyki i komputeryzacji przypada na lata 60. i 70. XX wieku. Wtedy komputery stały się na tyle tanie, choć brzmi to może dosyć przewrotnie, że stać na nie było nie tylko wojsko i agendy rządowe najbardziej rozwiniętych krajów świata. Okres II Wojny Światowej był katalizatorem wielu technologicznych przełomów, jednym z nich był obszar IT. W trakcie wojny i tuż po niej tworzone były koncepcje, które dojrzewały i owocowały również w Polsce. Pomimo zapadającej powoli „żelaznej kurtyny".

WCZESNE LATA

Okres powojenny był czasem niedoborów w każdej dziedzinie, zwłaszcza na terenach bezpośrednio dotkniętych działaniami wojennymi. Polska odrodziła się jako obszar odcięty od głównych centrów rozwoju IT, które były na Zachodzie. Paradoksalnie jednak dało to wiele ożywczych impulsów do powstania własnych koncepcji. Podobna sytuacja opisana została przez Isaaka Asimova w cyklu „Fundacja". Siedziba kolonii, która miała stać się zalążkiem nowego, lepszego imperium, została umieszczona na peryferiach, bez zasobów, i otoczona przez wrogie, silniejsze społeczności. Trudne położenie może dać motywację do optymalnego wykorzystania posiadanych zasobów. Łatwiej jest też przezwyciężać różnego rodzaju przestarzałe metody i przełamywać inercję ich twórców. Jest to taki *greenfield*, czyli stan, gdzie architekt systemu ma co prawda określone cele do osiągnięcia, lecz w wyborze środków i metod ma w zasadzie wolną rękę.

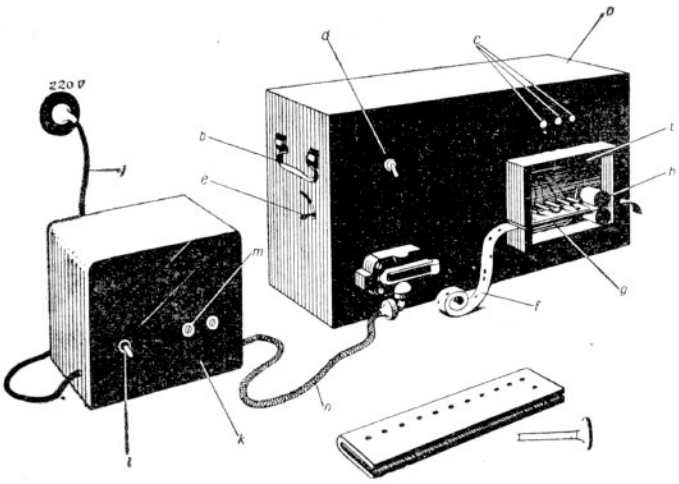
Już w 1948 roku, pod patronatem Państwowego Instytutu Matematycznego (IM), powstała Grupa Aparatów Matematycznych, tzw. GAM. Stało się to po powrocie prof. Kazimierza Kuratowskiego, słynnego polskiego matematyka, ze stypendium w USA, gdzie mógł zapoznać się z aktualnym stanem wiedzy z zakresu projektowania i budowy maszyn cyfrowych. W tamtych czasach termin IT (ang. *Information Technology*) w dzisiejszym rozumieniu nie był używany. Po raz pierwszy określenie *Information Technology*, we współczesnym rozumieniu, zostało użyte w artykule, który ukazał się w 1958 roku w Harvard Business Review. W latach 40-tych branża IT, a w zasadzie obszar maszyn cyfrowych, był postrzegany jako wyłączna domena matematyków. Po wizycie w Stanach Zjednoczonych polskie środowisko naukowe uznało, że również Polska powinna mieć chociaż jedną maszynę liczącą klasy ENIAC-a. Czy Kuratowski osobiście widział ten pierwszy komputer, do końca nie wiadomo, był to projekt militarny, więc dostęp do niego bez wątpienia był ograniczony. Z drugiej strony Kuratowski znał Johna von Neumanna, a w zasadzie Jánosa Lajosa Neumanna, bo tak brzmiało jego prawdziwe, węgierskie, nazwisko. Neumann był doradcą w zespole projektowym ENIAC-a, a z Kuratowskim spotkali się osobiście w latach 30-tych, więc potencjalnie mógł zostać w drodze wyjątku, za poręczeniem, dopuszczony do tej, legendarnej dziś, maszyny.

Po uzyskaniu „zielonego światła" od rządu, pod kierunkiem dr. Henryka Greniewskiego, który stanął na czele GAM, rozpoczęto prace nad rodzimymi projektami. Uderzająca jest dojrzałość i odpowiedzialne podejście Kuratowskiego do sposobu, w jaki należy budować rodzimy kapitał kompetencji w tej nowej dziedzinie. W liście uzasadniającym konieczność podróży do USA, co było w tamtych czasach luksusem, napisał:

> *„Pierwszym krokiem, który uczynić należy w celu zorganizowania „maszynoznawstwa" matematycznego jest, moim zdaniem, zapoznanie się ze stanem tej gałęzi wiedzy w Ameryce oraz wykształcenie odpowiednich specjalistów."*

Oczywiste było dla ludzi budujących od zera branżę IT, że trzeba wykształcić własnych specjalistów. Jakże to dalekowzroczne.

Pierwsza konstrukcja wydziału GAM to GAM-1 z 1950 roku. Była to maszyna generacji „zerowej", czyli przed-komputerowej, bez aktywnych elementów elektronicznych. Projekt ten był czysto dydaktyczny, bez planowanych praktycznych zastosowań, a powstał z powodu nadwyżki finansowej, z którą nie wiadomo było co zrobić. GAM-1 był konstrukcją elektromechaniczną, o 2-bitowym słowie, działał kilkukrotnie wolniej niż podobna maszyna o nazwie Harvard MARK-1, znana również jako IBM ASCC (ang. *Automatic Sequence Controlled Calculator*), a zbudowana w USA w 1944 roku, w ostatniej fazie II Wojny Światowej.



Rysunek 1. Pierwsza polska „miniaturowa" maszyna cyfrowa GAM-I z 1950 roku (źródło: Maszyny liczą same? – Adam B.Empacher, Wiedza Powszechna, 1960, str. 103)

GAM-I, podobnie jak MARK-I, był sterowany programem odczytywanym na bieżąco z zewnętrznej taśmy papierowej i działał z „oszałamiającą" prędkością jednej operacji na sekundę. Maszyna ta miała architekturę 2-bitową, taka była podstawowa porcja danych, co dobitnie pokazuje, że miała charakter czysto edukacyjny – była bardziej ćwiczeniem, „wprawką", niż poważnym projektem. Kolejne 10-bitowe słowa, odczytywane z taśmy, określały operację do wykonania. Struktura 10-bitowego słowa programu jest pokazana na Schemacie 1.

Bit	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Pole	Adres 1 (źródło)				Adres 2 (przeznaczenie)				Dane	

Schemat 1. Struktura 10-bitowego słowa odczytywanego z taśmy perforowanej i określającego, jaki rozkaz maszyna GAM-I ma wykonać

Każde takie słowo koduje operację przesłania między blokami funkcjonalnymi urządzenia. W pewnym sensie jest to odpowiednik współczesnego mikrokodu. Blok źródłowy i docelowy transferu są określone przez 4-bitowe identyfikatory, oprócz tego dostępne są 2-bity danych „natychmiastowych", czyli będących częścią rozkazu, które są dostępne po każdym odczycie w rejestrze wejściowym. Nie każda operacja wykorzystuje dane natychmiastowe, są one istotne tylko wtedy, gdy argumentem źródłowym jest rejestr wejściowy. Znaczenia kodów określających bloki wewnętrzne dla operacji przesłania pokazane są w Tabeli 1.

Kod operandu	Opis
0000..0111	Komórka pamięci operacyjnej (adresy 0 do 7)
1000	Akumulator pierwszy
1001	Akumulator drugi
1010	Rejestr selekcyjny (wynik porównania)
1011	Rejestr operacji
1100	Rejestr wyjściowy (2 lampki)
1101	Kod nie wykorzystany
1110	Rejestr wynikowy (wynik dodawania)
1111	Rejestr wejściowy (2 bity z taśmy)

Tabela 1. Kody operandów określające sposób działania rozkazu GAM-I

W każdym kroku „mikrokodu" dokonywany jest transfer danych. Wyróżnionym rejestrem jest rejestr operacji – kiedy dane zostaną do niego wpisane, następuje etap wykonania. W wyniku operacji wynik staje się dostępny w rejestrze wynikowym. Kolejne kroki „mikrokodu" mogą dokonać przesłania tego wyniku w inne miejsce, np. do 2-bitowego rejestru wyjściowego sterującego lampkami, co pozwala operatorowi na weryfikację wyniku. Lista rozkazów GAM-I jest następująca:

- `00` – dodawanie,
- `01` – dopełnianie,
- `10` – wykonanie porównania,
- `11` – dokonanie wyboru w oparciu o wartość tzw. rejestru selekcyjnego. Rejestr selekcyjny to jednobitowy znacznik, ustawiany gdy wartość akumulatora pierwszego jest większa od wartości akumulatora drugiego.

Na koniec opisu GAM-1 zaprezentujmy prosty program realizujący operację dodawania dwóch liczb. Liczby są podane jako argumenty natychmiastowe na taśmie perforowanej, a wynik jest wyświetlany za pomocą wbudowanych w urządzenie lampek. Dane, które muszą się znaleźć na taśmie perforowanej, by wykonać taki program, przedstawiono w Listingu 1.

Listing 1. Przykładowy program dla „protokomputera" GAM-I realizujący dodawanie dwóch liczb 2-bitowych

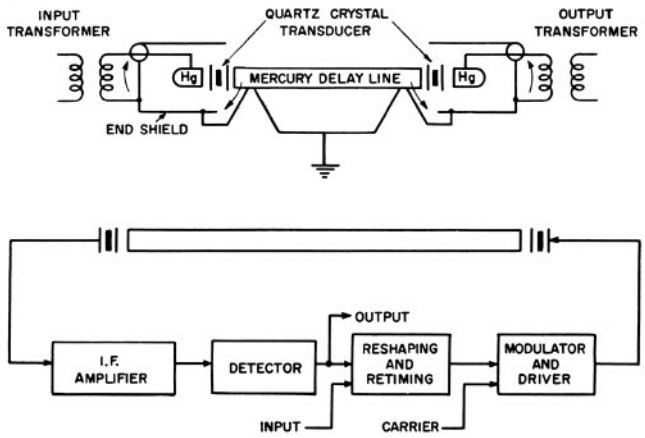
```
; dane na taśmie perforowanej w listingu
; umownie podzielono na 3 pola:
;
; | adr. źródła | adr. przeznaczenia | dane |

1111 1000 10 ; do akumulatora 1 wpisz liczbę 2
1111 1001 01 ; do akumulatora 2 wpisz liczbę 1
1111 1011 00 ; do rejestru operacji wpisz kod 00

; w momencie, w którym kod 00 jest wpisany
; do rejestru operacji, następuje wykonanie
; operacji dodawania, której wynik
; zostaje zapisany w rejestrze wynikowym

1110 1100 xx ; prześlij rejestr wynikowy do wyjściowego

; po przesłaniu danych lampki zostają zapalone
```

W okresie gdy za oceanem tworzono pierwsze konstrukcję maszyn liczących, w Polsce trwały działania wojenne – stracony czas trzeba było nadrobić. Polski GAM-I powstał około sześć lat po maszynie cyfrowej MARK-I. W związku z tym możemy uznać, że pierwsze kroki w rozwijaniu polskiej „komputeryzacji" zostały postawione w 1950 roku. Trzeba też wyraźnie zaznaczyć, że ówczesne konstrukcje zachodnie, takie jak ENIAC, MARK-I czy BELL, były projektami albo czysto wojskowymi, albo o znaczeniu strategicznym. Dokumentacje i opisy tych konstrukcji nie były powszechnie dostępne. Jedyne informacje, na których mogli opierać się polscy projektanci, znajdowały się w artykułach z popularnej prasy branżowej. Od czegoś trzeba było jednak zacząć. Polscy naukowcy i inżynierowie rozpoczęli zapoznawanie się z nowym obszarem i przygotowania do budowy większej, cyfrowej, maszyny liczącej. Słusznie uznano, że nie należy ponownie wymyślać koła i w zakresie ogólnej specyfikacji i architektury warto jest się wzorować na gotowych, działających konstrukcjach. Zaprojektowanie i wykonanie GAM-I otworzyło drogę do bardziej ambitnych projektów, a on sam został rozebrany w 1955 roku.

Kolejnym krokiem w rozwoju polskiego przemysłu IT było opracowanie konstrukcji komputera, którą można by pełnoprawnie zaklasyfikować do generacji pierwszej. Przypomnijmy, że generacja pierwsza wykorzystywała już aktywne elementy elektroniczne jak np. lampy elektronowe. Stało się to już w fazie, gdy GAM rozrósł się na tyle, by zostać podzielony na oddział „cyfrowy" i „analogowy". W tamtych czasach układy obliczeniowe wykonywane w technice analogowej były wciąż popularne, ze względu na wysokie koszty

konstrukcji cyfrowych i ich wciąż jeszcze ograniczonych możliwości. Wydział „analogowy" zasłynął, na przykład, zbudowaniem w 1955 r. udanego „Analizatora Równań Różniczkowych". W dalszej części artykułu skoncentrujemy się jednak na konstrukcjach cyfrowych.

Ważnym elementem każdego prawdziwego komputera jest pamięć operacyjna. Do wykonania kolejnego skoku technologicznego należało opanować wytwarzanie wydajnej i stabilnie działającej pamięci operacyjnej. W tamtym czasie do tego celu wykorzystywano pamięci ultradźwiękowe, wykorzystujące fakt, że fala dźwiękowa w ośrodku materialnym, takim jak rtęć, rozchodzi się znacznie wolniej niż sygnał w przewodach elektrycznych. Schemat z oryginalnych materiałów „z epoki" został zaprezentowany na Rysunku 2. Idea działania takiej pamięci polega na przetwarzaniu informacji binarnej na falę akustyczną, która wprowadzana jest do rury z rtęcią na jednym z jej końców. Po przejściu przez taką rurę fala akustyczna jest odbierana na drugim końcu, przetwarzana z powrotem na sygnał binarny. Po wzmocnieniu wprowadzana jest z powrotem przez nadajnik na pierwszym końcu, krążąc w ten sposób w pętli. Wewnątrz pojedynczej rury pamiętana była więc sekwencja bitów, która krążyła w niej, za każdym razem będąc wzmacnianą tak, by informacja nie została zafałszowana.



Rysunek 2. Układ połączeń rtęciowej, akustycznej linii opóźniającej oraz schemat blokowy układu pamięciowego komputera SEAC (NBS), w którym została wykorzystana (źródło: National Institute of Standards and Technology)

Dostęp i możliwość modyfikowania danych zapisanych w tego typu pamięci nie był swobodny, lecz szeregowy i sekwencyjny. Należało czekać, aż żądana informacja pojawi się na wyjściu „rury", w której cyklicznie się przemieszczała. Taki dostęp był precyzyjnie synchronizowany za pomocą znaczników startu „sekwencji" oraz impulsów synchronizujących. W celu utrzymania stałego czasu propagacji, pamięci tego typu należało zapewnić stałą temperaturę. W 1953 r. udało się wyprodukować w GAM pierwszą tego typu pamięć o pojemności 512 słów 40-bitowych. Dało to w sumie 2.5 KB pojemności z czasem dostępu około 0.5 ms. Według niektórych źródeł rozmiar słowa wynosił 39 bitów, więc sumaryczna pojemność byłaby nieco mniejsza. Do wykonania tej pamięci użyto luf karabinowych wykonanych w Zakładach Metalowych im. gen. „Waltera" Świerczewskiego, ponieważ tylko one były wystarczająco proste, by po wypełnieniu rtęcią i uszczelnieniu stać się linią opóźniającą. Mając działający moduł pamięci, można było przystąpić do projektowania kompletnego systemu.

Projekt EMAL (Elektronowa Maszyna Automatycznie Licząca) rozpoczął się w 1953 r. Był wzorowany na angielskim komputerze EDSAC z 1949 r., więc opóźnienie względem technologii zachodnich zmniejszyłoby się do czterech czy pięciu lat, gdyby projekt zakończono z sukcesem i w terminie. Założenia były całkiem sensowne, a własność intelektualna oraz komponenty były w całości projektowane i produkowane na miejscu.

W założeniu EMAL-1 miał pamięć o wielkości 512 słów 40-bitowych, dokładnie taką, jaką produkowano w GAM i podobną do tej, jaką dysponował EDSAC. Moduł ten składał się z 32 stalowych rur wypełnionych rtęcią, o długości około jednego metra każda. Dodano również pewne istotne udoskonalenia względem pierwowzoru, jak np. dodanie modułu sprzętowego dzielenia. Taki moduł znacznie zwiększał szybkość wykonywania operacji dzielenia oraz redukował złożoność kodu, ponieważ eliminował konieczność programowej implementacji dzielenia. Względem EDSAC-a dodano również specjalne operacje logiczne i warunkowe, mające ułatwić implementację algorytmów matematycznych.

Architektura EMAL-1, z perspektywy programisty, wyglądała następująco:

- `P` – pamięć, zapis `P[n]` oznacza komórkę pamięci o adresie `n`.
- `M` – rejestr.
- `D` – rejestr.
- `A` – akumulator.
- `Ap` – rejestr.
- `LR` – licznik rozkazów.
- `WY, WD, WM` – rejestry wejścia/wyjścia.

Podstawowe moduły wewnętrzne, oprócz pamięci, to jednostka arytmetyczna (AR), jednostka sterująca (S) i transformator liczb (TL). Lista rozkazów maszyny EMAL-1 przedstawiona jest w Tabeli 2.

Maszyna mogła pracować w trybie normalnym (1) oraz w trybie wsadowego ładowania danych z taśmy perforowanej (0), w którym kolejne odczytywane rozkazy wpisywane były kolejno do pamięci, począwszy od adresu 0. Zgodnie z założeniami EMAL-1 miał wykonywać 1400-2000 dodawań, 350-450 mnożeń i do 230 dzieleń na sekundę. Interfejsem z użytkownikiem miał być zestaw dalekopisowy, a więc odpowiednik dzisiejszego terminala znakowego, z drukarką zamiast monitora.

Projekt był ambitny, lecz jakość dostępnych wówczas elementów była bardzo różna. EMAL-1 nigdy nie został dopracowany na tyle, by być stabilnie działającym, powtarzalnym produktem. Udawało się go uruchomić na okres nie dłuższy niż kilka dni, potem przestawał działać i konieczne były wymiany elementów i serwisowanie, które i tak pomagało tylko doraźnie. Udało się jednak wiele nauczyć i już wkrótce miało to przynieść owoce. Na częściowej porażce EMAL-a zyskał automat rachunkowy PAR(K), czyli Programowany Automat Rachunków (Krakowianowych) zaprojektowany i uruchomiony w 1955 r. na Politechnice Warszawskiej. PAR(K) służył do rozwiązywania układów równań liniowych i dwa lata później został przekazany Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. To właśnie on najbardziej zasługuje na miano pierwszego polskiego „komputera", który pracował stabilnie i znalazł praktyczne zastosowanie.

Mniej więcej w tym samym czasie GAM został przemianowany na ZAM, czyli Zakład Aparatów Matematycznych, a pod patronatem

Zamów "Programistę" w prenumeracie

ŚWIT POLSKIEGO IT · ARCHITEKT W KRAINIE ITIES

INDEX: 285358

www.programistamag.pl

Magazyn programistów i liderów zespołów IT

programista

6/2025 (121)

Cena 32.90 zł (w tym VAT 8%)

CZYM ZACHWYCI C++ 26

PyTorch w NLP. Od tokenizacji do predykcji kolejnego słow

Wizualizacja kąta obrotu obiektu z wykorzystanie

Koniec bańki generatywnego AI

Nie żyje król, niech żyje król! O alternatywach go AutoMappera

Nowy numer już w empikach