

# «Delta» z wizytą w pracowni programowania Instytutu Matematyki UW

Mgr Marek CICHY

Maszyna GIER, znajdująca się w Zakładzie Obliczeń Numerycznych Uniwersytetu Warszawskiego, została skonstruowana i wyprodukowana w Danii na początku lat sześćdziesiątych. Jest to maszyna mała, tzw. II generacji, o pamięci operacyjnej równej 1 K, czyli 1024 słowom maszynowym. Obecnie są już produkowane maszyny matematyczne następnej, III generacji, a ich pamięć operacyjna sięga 256 K. Zdolne są one wykonywać do 1 miliona operacji na sekundę, podczas gdy GIER - tylko do 20 000 operacji na sekundę. GIER służy już dziesiąty rok do najróżniejszych obliczeń prowadzonych przez studentów i pracowników Uniwersytetu Warszawskiego oraz innych zakładów naukowo-badawczych. Program studiów matematycznych (i nie tylko) na Uniwersytecie przewiduje napisanie i policzenie przez każdego studenta pewnej liczby programów (zadań dla maszyny). Oczywiście, najpierw są to zadania proste i nieskomplikowane, na wyższych latach skala trudności rośnie. W ten sposób studenci przygotowują się do samodzielnej pracy przy maszynie; pracę tę w większości podejmują po zakończeniu studiów.

Elektroniczna Maszyna Cyfrowa GIER nie była i nie jest „szczytem techniki” w dziedzinie produkcji maszyn matematycznych, jest natomiast bardzo udanym przykładem małego komputera dla celów dydaktycznych i naukowych. GIER daje możliwość programowania w języku ALGOL oraz w języku wewnętrznym maszyny, tak zwanym SLIPIE. Często wyobrażamy sobie maszynę jako ogromną metalową skrzynię z mnóstwem migających światełek, tarcz i zegarów. Jeśli znajdziemy się w jakimkolwiek ośrodku obliczeniowym, będziemy rozczarowani — podobnie w ZON-ie. Cała istotna część maszyny mieści się w dwóch niepozornych szafach, reszta to są tzw. urządzenia wejścia-wyjścia, które służą człowiekowi do porozumiewania się z maszyną. Przyjrzyjmy się poniższej fotografii:

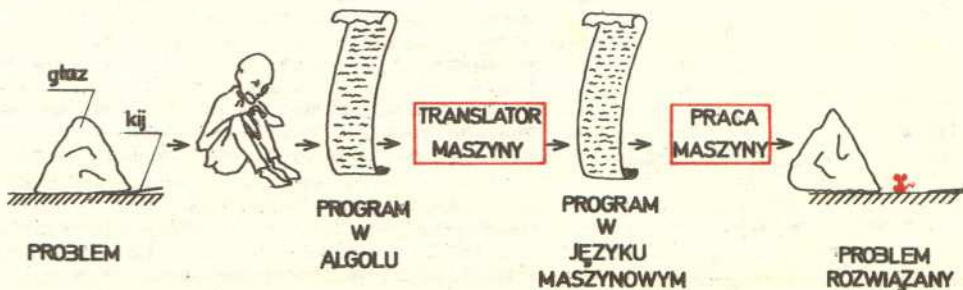


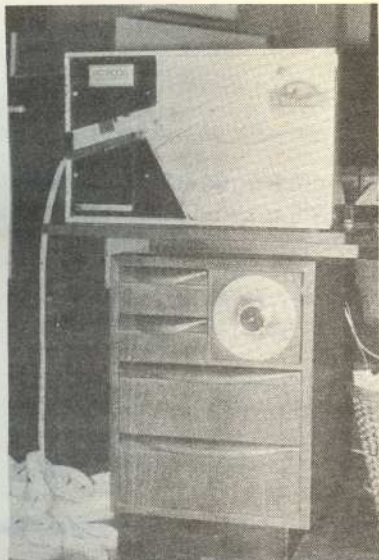
Stojące w głębi dwie szafy zawierają: jednostkę centralną, pamięć operacyjną, bufor i bębny (dwa ostatnie urządzenia są pamięcią pomocniczą). W środku stolik operatora wraz z urządzeniami wejścia-wyjścia: monitor, czytnik taśmy papierowej i perforator. Niewidoczna na zdjęciu drukarka wierszowa jest jeszcze jednym urządzeniem wejścia-wyjścia.

No dobrze... — powiecie — ale jak człowiek może porozumieć się z maszyną? Człowiekowi zależy na tym, aby maszyna przyjęła jego polecenia, wykonała je w takim porządku, jak zostały zleczone, a następnie przekazała informacje o tym, co wykonała (rezultat poleceń). Swoje żądania musi człowiek zaprogramować, to znaczy zapisać w postaci zrozumiałej dla maszyny, w naszym przypadku w języku ALGOL. Konstruktor wyposażył GIER-a w program maszynowy nazywany translatorem. Translator służy do tłumaczenia programu napisanego przez człowieka z ALGOL-u na język maszynowy, to znaczy zrozumiały dla maszyny. Jednym słowem translator spełnia rolę tłumacza przysięgłego, dokonującego wiernego przekładu tekstu z jednego języka na drugi. Przypuśćmy, że maszyna dokonała już takiego przekładu. Rozpocznie się wtedy następny cykl pracy, polegający na dokładnym wykonaniu poleceń programu. W czasie tego cyklu komputer przekazuje człowiekowi informacje, które go interesowały i których zażądał w swoim programie. Reasumując, uzyskujemy następujący schemat pracy człowieka i maszyny:



Prosty schemat ilustrujący powiązanie między poszczególnymi urządzeniami maszyny





Warto zauważyć, że każde, nawet najbardziej skomplikowane obliczenie daje się rozłożyć na skończoną liczbę operacji prostych, których wykonanie zajmie człowiekowi masę czasu, a maszyna zrealizuje te operacje bardzo szybko.

Najistotniejszą częścią maszyny jest jednostka centralna oraz pamięć operacyjna. Jednostka centralna może wykonywać ok. 20 000 operacji na sekundę. Oczywiście operacje te muszą być zapisane w języku maszynowym. Człowiek mógłby napisać swój program w tym języku, jednak byłoby to bardzo uciążliwe i pracochłonne. Wyposażenie maszyny w translator umożliwiło pisanie programu w języku „wyższego rzędu”. Takim językiem jest np. ALGOL. Przekład algolowego programu na język maszynowy wykonuje sama maszyna, a dokładniej — jej translator.

Język ALGOL jest jednym z wielu języków dających możliwość konwersacji z maszyną. Jego gramatyka i słownictwo są bardzo ściśle określone. Autorzy ALGOL-u podali zbiór słów (angielskich), z których można korzystać, a także określili, w jakim kontekście słowa te mogą występować. Człowiek piszący program (programista) musi oczywiście przestrzegać reguł języka. W przeciwnym wypadku tekst jego programu przestanie być zrozumiały dla maszyny. Gdyby jednak jakiś uparciuch spróbował napisać program niepoprawny w sensie algolowym, translator maszyny i tak go nie przetłumaczy. Co więcej — wskaże bezlitośnie wszystkie miejsca, gdzie zostały popełnione błędy. Jeśli program był poprawny, maszyna po przetłumaczeniu zgłasza gotowość jego wykonania.

Program podajemy maszynie w specjalny sposób. Używamy do tego papierowej taśmy ośmiokanałowej. Tekst programu jest dokładnie przepisywany, znak po znaku, na dalekopisie, który jest elektryczną maszyną do pisania, połączoną z urządzeniem perforującym taśmę papierową. Każdy znak wybity na maszynie ma swój jednoznaczny odpowiednik w postaci rzędka dziurek na taśmie.

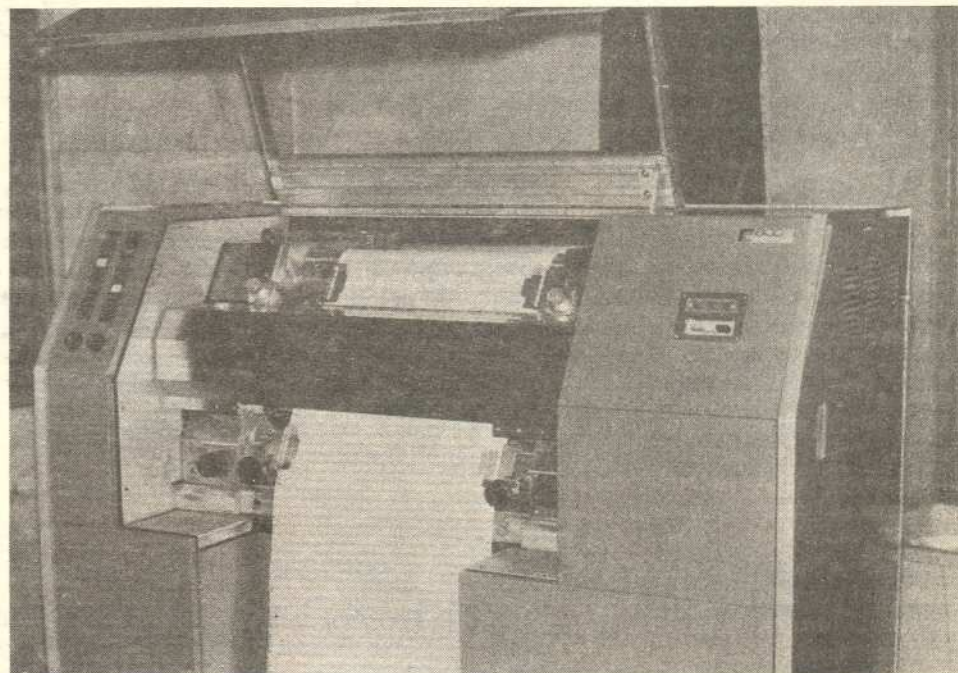


Jeśli dokładnie przepisujemy tekst poprawnego programu, uzyskamy taśmę papierową, na której zapisany będzie nasz program. Możemy teraz program przekazać maszynie.

Czytanie programu przez czytnik taśmy papierowej przedstawia powyższe zdjęcie.

Można także napisać program bezpośrednio na monitorze (elektryczna maszyna do pisania, połączona z komputerem), jest to jednak bardzo uciążliwe i powolne w porównaniu z działaniem czytnika taśmy, czytającego do 2000 znaków na sekundę.

Program został przeczytany, translator zaczyna go teraz tłumaczyć na język maszynowy. Po przetłumaczeniu uzyskujemy informację o poprawności programu. Programista rozkazuje wtedy maszynie rozpocząć realizację programu. W trakcie realizacji maszyna drukuje wyniki naszego programu na drukarce:



Czasem programista żąda wydruku na perforatorze taśmy papierowej lub monitorze; te urządzenia działają jednak, jak powiedzieliśmy, dużo wolniej niż drukarka.

Na zakończenie chciałbym zwrócić uwagę Czytelnika na sam proces rozwiązywania problemu. Najważniejsza rola w całym procesie przypada człowiekowi. Opracowuje on algorytm rozwiązania problemu i zapisuje w postaci takich rozkazów, aby maszyna mogła go wykonać. Realizację samych obliczeń przekazuje maszynie, działającej o wiele szybciej niż człowiek.

Osoby zainteresowane metodami konstrukcji algorytmów odsyłam do artykułu dra Skowrona («DELTA», nr 1, 4 i 8), bardziej zaś zaawansowanym proponuję sięgnąć do książki prof. dra W. M. Turskiego *Podstawy użytkowania maszyn cyfrowych*, WNT, Warszawa 1974.

Fotografie Jan Chamski



#### Rozwiązanie zadania F11

Błąd w przytoczonym rozumowaniu polega na zaniedbaniu zjawiska odbicia się fali od punktu rozgałęzienia. Nie cała energia niesiona przez padające impulsy zostanie przekazana trzeciej strunie. Dlatego amplituda impulsu w tej strunie będzie mniejsza od 2A. Szczegółowe rozważania na str. 13