

W pesymistycznym przypadku (tu będzie to np. ciąg posortowany) liczba porównań będzie znowu rzędu n^2 . Zauważmy, że suma wszystkich porównań wykonywanych na jednym „poziomie” jest nie większa niż n . Gdyby więc przy każdym podziale na część „lewą” i „prawa” otrzymane części były równe, to liczba porównań byłaby rzędu $n \log_2 n$. Okazuje się jednak, że w przypadku tego algorytmu oczekiwana złożoność czasowa nie odbiega wiele od tego korzystnego przypadku i jest rzędu $n \log_2 n$. Jest to więc niewątpliwie postęp w stosunku do poprzednich algorytmów.

Istnieją inne algorytmy umożliwiające posortowanie ciągu ze średnią złożonością czasową tego samego rzędu co algorytm sortowania szybkiego. Interesujące wydaje się być pytanie, czy da się to zrobić jeszcze szybciej. Okazuje się, że nie. Jeśli kolejność elementów wyznaczamy na podstawie porównywania tych elementów, nie da się poprawić rzędu funkcji oczekiwanej złożoności czasowej.

Zadanie. Sortujemy ciąg a_1, \dots, a_n w następujący sposób: generujemy wszystkie możliwe permutacje ciągu a_1, \dots, a_n i dla każdej z nich sprawdzamy, czy tworzy ona ciąg posortowany.

Uzasadnić, iż średnia liczba porównań jest co najmniej $\frac{n!}{2}$. Zakładając, że maszyna wykonuje 10^5 operacji na sekundę obliczyć, ile co najmniej czasu średnio potrzeba na posortowanie ciągu długości 15 opisaną wyżej metodą, a ile za pomocą algorytmu szybkiego sortowania.

Komputer zamiast zecera

Zawody rodzą się i umierają wraz z rozwojem techniki. Nie ma już dorożkarzy, zapalaczy latarni gazowych i wielu innych zawodów. Także rozwój komputerów eliminuje niektóre grupy zawodowe. Nie każdy jednak wie, że największą taką grupą (przynajmniej w krajach wysoko rozwiniętych) są ... zecerzy.

Od czasów Gutenberga do połowy XX wieku technika druku bardzo się rozwinęła. Ręczne składanie kolejnych stron z drewnianych czcionek zastąpiono odlewaniem całych wierszy w specjalnych urządzeniach, zwanych linotypami. Ich obsługiwanie było właśnie zajęciem zecerów. Praca zecera odbywała się w bardzo trudnych warunkach. Linotypy były bardzo hałaśliwe, a pary gorącego stopu ołowiu-antymonowego zatrąwały pracujących. Nic więc dziwnego, że — gdy tylko było to możliwe — wprowadzono tzw. skład komputerowy.

Cały tekst artykułu gazetowego albo książki jest przygotowywany na komputerze. Na ekranie widać dokładny obraz tego tekstu, z uwzględnieniem różnych krojów czcionki, zmiennej szerokości znaków (porównajcie długość słów *iiii* oraz *mmmm*), wytłuszczeń, kroju pochylego (kursywy) itd.

Komputer automatycznie dzieli tekst na wiersze i kolumny, a następnie zapisuje na nośniku magnetycznym (np. na dysku elastycznym — od 100 do 500 stron maszynopisu, na krążku o średnicy do 20 cm i grubości dwóch okładek *Delta*). Dalsze etapy przygotowania matryc do drukowania przebiegają już bez bezpośredniego udziału człowieka.

Poza likwidacją miejsc pracy szkodliwych dla zdrowia skład komputerowy przyniósł także inne korzyści. Przy przygotowywaniu wydania gazety problemem było zawsze tzw. łamanie numeru, tzn. podział posiadanego materiału na szpalty i kolumny, rozmieszczenie, wielkość i krój tytułów, zdjęć itp. Przy składzie ręcznym wymagało to fizycznego manipulowania matrycami, składania pojedynczych wierszy w szpalty, układania kolumn ze szpałt, ręcznego układania tytułów z dużych czcionek i wielu jeszcze innych czasochłonnych zajęć. W praktyce redaktor wydania mógł wypróbować maksymalnie 3—4 różne wersje rozmieszczenia materiału na stronach. Poza tym częste były przypadki przemieszania wierszy (albo zamiany wierszy w sąsiednich szpałtach).

Przy składzie komputerowym redaktor może zażądać, aby komputer przesunął artykuł na wskazaną kolumnę, aby zmienił

krój czcionki tytułu i odpowiednio przemieścił pozostałe artykuły. Wynik jest natychmiast widoczny na ekranie. Pozwala to wypróbować nawet kilkadziesiąt wariantów złamania numeru przed wyborem najlepszego.

Jeszcze większe korzyści daje skład komputerowy przy druku książek. W dotychczasowym systemie autor pisał rękopis, na który nanosił wielokrotnie poprawki, maszynistka przepisywała rękopis, a maszynopis był przekazywany do redakcji, po recenzjach na maszynopis były nanoszone poprawki i uwagi techniczne (krój czcionki itp.), wreszcie zecer składał matryce książki. Tak długa droga powodowała powstawanie licznych błędów. Wprowadzanie poprawek do już złożonego tekstu wymagało ponownego złożenia obszernego fragmentu tekstu (często pojawiały się nowe błędy), a wznowienie lub wydanie w innym formacie — na ogół złożenia całości od nowa.

Przy składzie komputerowym cały tekst książki jest przygotowywany od razu za pomocą komputera. Tekst, zapamiętany na nośnikach magnetycznych, może być łatwo i szybko modyfikowany zgodnie z sugestiami recenzentów i redakcji. Nikt poza autorem nie pisze ani nie przepisuje tekstu (o ile tekst został zapisany na komputerze), a więc nie ma obawy o powstanie błędów wynikających z niezrozumienia zawartości książki. Wprowadzanie zmian jest możliwe i łatwe jeszcze na moment przed oddaniem książki do druku. Automatyczna produkcja matryc przyspiesza także pracę nad książką w samej drukarni. A przy ponownych wydaniach wystarczy wyjąć z szuflady dysk elastyczny ...

A co z zecerami tam, gdzie powszechnie wprowadzono skład komputerowy? Część przeszła na renty i wcześniejsze emerytury, pozostali obsługują maszyny do składu komputerowego. Kilkudziesięciu pracuje w różnych muzeach techniki, w których składa się drobne ulotki i programy zwiedzania przy użyciu muzealnych już dziś linotypów.

J. D.

Od redakcji: *Delta* jest składana przy użyciu lino i monotypów oraz (w trudniejszych miejscach) ręcznie. Drukarnie, w tym i nasza, są wyposażane w urządzenia do składu komputerowego, jednak redakcje (nawet redakcja *Informatyki*) nie dysponują możliwością zapisywania tekstu na komputerze. Nie mówiąc już o autorach, którzy rzadko mają dostęp choćby do mikrokomputera, zupełnie zresztą w tej sprawie nieprzydatnego.