

Na zakończenie turnieju tylko jeden gracz, mianowicie M , jest bez porażki. Wobec (2), $p_M = n$. Stąd i z (3) wnioskujemy, że $2^{t_M} \geq n$, co dowodzi nierówności (1). Ponieważ łączna liczba meczów rozegranych przez gracza M jest nie mniejsza niż t_M , więc wykazaliśmy, że gracz M rozegrał co najmniej k meczów.

Poniższa tabelka ilustruje działanie wyroczni dla $n = 5$ (wówczas $k = 3$).

Wektor wielkości (t_1, t_2, t_3, t_4, t_5)	Wektor wielkości (p_1, p_2, p_3, p_4, p_5)	Gracze wystawieni do meczu	Wybór wyroczni
(0, 0, 0, 0, 0)	(1, 1, 1, 1, 1)	1,2	1
(1, 0, 0, 0, 0)	(2, —, 1, 1, 1)	3,4	3
(1, 0, 1, 0, 0)	(2, —, 2, —, 1)	2,4	2
(1, 0, 1, 0, 0)	(2, —, 2, —, 1)	2,5	5
(1, 0, 1, 0, 0)	(2, —, 2, —, 1)	1,5	1
(2, 0, 1, 0, 0)	(3, —, 2, —, —)	3,5	3
(2, 0, 1, 0, 0)	(3, —, 2, —, —)	1,3	1
(3, 0, 1, 0, 0)	(5, —, —, —, —)		

Na zakończenie turnieju skonstruowanego przez wyrocznię $p_1 = 5$, a $t_1 = 3$. Zwycięzca turnieju — gracz 1 rozegrał $t_1 = 3$ mecze.

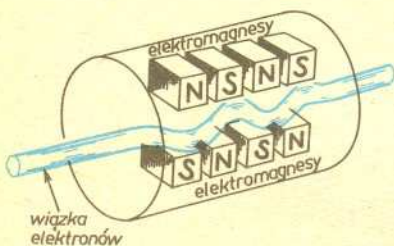
Zauważmy, że każdy zawodnik różny od M i S musi zostać pokonany przez gracza różnego od M — meczów takich musi się odbyć łącznie co najmniej $n-2$. Zatem w turnieju będącym wynikiem dialogu wyroczni z procedurą turniejową rozegrano co najmniej $n+k-2$ meczów.

Zadania

1. Podać dowód indukcyjny faktów (2) i (3).
2. Podać konstrukcję procedury pucharowej do wyznaczenia trzech najlepszych graczy w turnieju za pomocą $n-3 + \lceil \lg_2 n \rceil + \lceil \lg_2(n-1) \rceil$ meczów (zauważmy, że $k = \lceil \lg_2 n \rceil$).
3. Podać konstrukcję procedury pucharowej do wyznaczenia wszystkich n miejsc w turnieju (w informatyce jest to znany problem sortowania) za pomocą $\sum_{i=1}^n \lceil \lg_2 i \rceil$ meczów.
4. Zadania wyznaczenia najlepszych zawodników turnieju mają swoje odpowiedniki w problemach informatycznych. W zadaniu rozważanym w artykule pytamy się o element największy i drugi największy w podanym ciągu elementów zbioru liniowo uporządkowanego. Czytelnika znającego programowanie zachęcamy do zapisu metody turniejowej w postaci algorytmu wyznaczającego dwa największe elementy ciągu. Leżąca u podstaw struktura danych pełni ważną rolę przy rozwiązywaniu problemu sortowania zewnętrznego: sortowania zbiorów danych, które się nie mieszczą w dostępnej pamięci wewnętrznej komputera.

Lasery na swobodnych elektronach

W zwykłych laserach światło generowane jest dzięki promieniowaniu wysyłanemu przez atomy lub cząsteczki ośrodka. Elektrony związane w atomach (cząsteczce) przechodząc na niższe stany energetyczne wysyłają fotony. Jeżeli przejścia te wymuszone są przez wiązkę światła, to emitowane fotony są identyczne z fotonami padającego promieniowania i powstaje akcja laserowa. Aby proces był możliwy, trzeba odpowiednio przygotować ośrodek (wzbudzić jego atomy) dostarczając mu energię, której niewielką tylko część, sięgającą kilku procent, odzyskujemy w postaci światła laserowego.



Okazuje się, że można osiągnąć o wiele większą sprawność akcji laserowej zmuszając do świecenia elektrony swobodne (nie związane w atomach). Jeżeli wiązkę bardzo szybkich elektronów przepuścimy przez obszar, w którym pole magnetyczne wielokrotnie zmienia swój zwrot (jak na rysunku), to elektrony przyspieszane prostopadle do kierunku ruchu będą promieniowały. Natężenie promieniowania będzie największe w kierunku zgodnym z ruchem wiązki. Dzięki zjawisku Dopplera częstość promieniowania będzie większa od częstości poprzecznych drgań elektronów. Zaletą lasera na swobodnych elektronach jest możliwość, przez zmianę prędkości wiązki, łatwego przestrajania długości emitowanych fal od podczerwieni do nadfioletu. Konstruktorzy spodziewają się, że niedługo będzie możliwe otrzymanie w ten sposób lasera na promieniu rentgenowskie.

W laserach na swobodnych elektronach osiągnięto już sprawność 42 procent, a za praktyczną granicę uważa się sprawność 70 procent. Jak twierdzi konstruktor pierwszego lasera tego typu, John J. M. Madey (obecnie pracujący w Stanford University), na pomysł urządzenia wpadł jeszcze w 1963 roku, gdy był studentem California Institute of Technology. W pełni działające urządzenie wykorzystujące wiązkę stanfordzkiego liniowego akceleratora elektronów zostało ukończone w 1977 roku. Od tego czasu na świecie zbudowano tylko około dziesięciu laserów tego typu, gdyż mimo licznych zalet są one bardzo drogie (najmniejsze z nich kosztują po kilka milionów dolarów). Zainteresowanie jednak rośnie. Entuzjaści twierdzą, że lasery na swobodnych elektronach znajdą zastosowanie w chirurgii (do niszczenia chorych tkanek), w badaniach półprzewodników, badaniu i kontroli reakcji chemicznych, a także w ramach systemów obronnych będą używane do niszczenia rakiet przeciwnika.

Rozpoczęto już budowę ogromnego lasera w Nowym Meksyku. Po ukończeniu urządzenie będzie miało około 16 km długości i 3 km szerokości (koszty oceniono wstępnie na miliard dolarów) i będzie najpotężniejszym laserem na Ziemi.