

ZAAWANSOWANE PROGRAMOWANIE KOMPUTEROWE WNE (2021)

KRZYSZTOF ZIEMIAŃSKI

12. GRY

12.1. Gra w patyczki. Gra w patyczki to gra dla dwóch osób. W grze używa się patyczków, które leżą na kilku stosach. Gracze na przemian wykonują ruchy; każdy ruch polega na zdjęciu pewnej liczby patyczków (przynajmniej jednego) z jednego ze stosów. Gracz, który zostanie zmuszony do zdjęcia ostatniego patyczka przegrywa. Naszym celem będzie napisanie programu, który gra (dobrze) w patyczki.

Aktualny stan gry można zapisać jako ciąg liczb, np. 7531 oznacza, że w danym momencie mamy cztery stosy: na pierwszym jest 7, na drugim 5, a trzecim 3, a na ostatnim 1 patyczek. Ruchy będziemy zapisywać za pomocą strzałek z zaznaczonym graczem wykonującym ruch. Przykładowy przebieg partii:

$$7531 \xrightarrow{A} 6531 \xrightarrow{B} 6131 \xrightarrow{A} 611 \xrightarrow{B} 111 \xrightarrow{A} 11 \xrightarrow{B} 1 \xrightarrow{A} 0$$

W pierwszym ruchu gracz A zabiera jeden patyczek z pierwszego stosu, w drugim ruchu B zabiera 4 patyczki ze stosu 2. Następnie gracz A zabiera wszystkie patyczki ze stosu 3, a gracz B — 5 patyczków ze stosu 1. Następne ruchy są wymuszone: każdy z graczy musi zabierać po jednym patyczku. Przegrywa gracz A, który jest zmuszony do zabrania ostatniego patyczka.

12.2. Jak odróżnić dobry ruch od złego? Jaki ruch wybrać? Na pewno dobre są ruchy, które pozostawiają na planszy tylko jeden patyczek: przeciwnik będzie zmuszony go zabrać i przegra. Inaczej mówiąc, stan 1 jest **przegrywający**: jeśli się w nim znajdziemy to przegramy. Stany 11, 21, 31, 2, 3 są natomiast **wygrywające**, bo możemy wykonać ruch, który prowadzi do stanu przegrywającego. Oczywiście znalezienie się w stanie wygrywającym nie gwarantuje zwycięstwa — możemy popełnić błąd i wybrać ruch prowadzący do stanu wygrywającego i wtedy przeciwnik dostanie swoją szansę. Na przykład ze stanu 31 możemy wykonać ruchy do stanów 3, 21, 11 i 1, ale tylko ten ostatni ruch jest dobry. Widzimy więc, że kluczowa jest wiedza, które stany są wygrywające.

Przyjmujemy, że stan 0 jest wygrywający (jeśli się w nim znaleźliśmy, to już wygraliśmy). Możemy więc rodzaj stanu wyliczyć przy pomocy następującego algorytmu rekurencyjnego:

```
bool wygrywa(Stan s) {
    if(s==0)
        return true;
    for(t: istnieje ruch z s do t)
        if(!wygrywa(t)) // t jest przegrywający
            return true;
    return false; // nie znaleźliśmy dobrego ruchu
}
```

Oczywiście nie jest to C++, kompletną funkcję można będzie znaleźć w pliku z zajęć.

Kiedy mamy już wiedzę o tym, które stany wygrywają, możemy napisać program, który dobrze gra. Jeśli jesteśmy w stanie wygrywającym, przechodzimy do stanu przegrywającego (dla przeciwnika), jeśli nie, wykonujemy dowolny ruch i liczymy na błąd (pewnie w praktyce dobrze jest zdjąć jak najmniej patyczków).

12.3. Ograniczenia. Powyższy algorytm można zastosować do każdej dwuosobowej gry z pełną informacją. Przykładami takich gier są szachy, warcaby oraz Go. Używając funkcji **wygrywa** opisanej powyżej można napisać program, który będzie grał optymalnie w każdą z tych gier. Jedynym (ale za to poważnym) problemem jest to, że raczej nie doczekamy się na zakończenie działania tej funkcji, bo liczba stanów do przeanalizowania jest zbyt duża. W przypadku gry w patyczki (o ile patyczków jest nie więcej niż kilkanaście) funkcja działa zadowalająco szybko. Można jej działanie nieco przyspieszyć:

- Łatwo zauważyć, że rodzaj wielu stanów jest wyliczany wielokrotnie. Można temu zapobiec zapisując raz wyliczone stany w tablicy (tak jak w lekcji o rekurencji).
- Zamiana kolejności stosów nie wpływa na to, czy stan jest wygrywający czy przegrywający (np. oba stany 31 i 13 są wygrywające). Wystarczy więc zapisywać tylko "posortowane" stany.

Wprowadzenie tych zmian oczywiście wiąże się ze znaczną komplikacją programu.

12.4. Zadania.

- (1) Zmodyfikować program tak, aby umożliwiał grę w patyczki z komputerem.
- (2) Zaimplementować jakąś inną grę dla dwóch graczy.