

(chcemy w końcu, aby każdy neuron z filtra działał tak samo), co ułatwia znacznie proces trenowania sieci. Filtrów wykrywających pewne niskopoziomowe cechy obrazka może być dużo, wszystkie one tworzą tzw. *warstwę konwolucyjną*. Neurony z warstwy konwolucyjnej połączone są następnie z neuronami z funkcją aktywacji ReLU (warstwa ReLU), które ułatwiają trenowanie sieci, a neurony z warstwy ReLU połączone są z neuronami z warstwy *pooling*, które pomagają wydobyć najważniejsze cechy z wcześniejszych warstw (np. poprzez wyliczanie maksymalnej lub średniej wartości z grupy sąsiednich neuronów z wcześniejszej warstwy). Warstwy konwolucyjna, ReLU i pooling mogą służyć do wykrycia złożonych wzorców, a do wsparcia ostatecznej klasyfikacji obiektu stosuje się tzw. *warstwę gęstą* (ang. *dense layer* lub *fully connected layer*), w której wszystkie neurony z warstwy wcześniejszej są połączone ze wszystkimi neuronami

z warstwy kolejnej. Warstwy te (oraz ewentualnie inne, przystosowane do konkretnego zagadnienia) mogą występować w sieci wielokrotnie, na różnych poziomach, z różnymi konfiguracjami. Zaprojektowanie dobrej sieci neuronowej jest kluczowym czynnikiem decydującym o jej skuteczności i szybkości trenowania i działania.

Obecnie następuje stopniowe przejście informatyki z etapu, w którym komputery są programowane przez człowieka, do etapu, w którym maszyny są przez człowieka uczone. Wszystko wskazuje na to, że jesteśmy na początku wielkiej rewolucji związanej z pojawieniem się na skalę masową sztucznej inteligencji, rozwiązywaniem przez nią coraz bardziej skomplikowanych problemów lepiej niż ludzie i w związku z tym – ze wspomaganiem lub stopniowym wyręczaniem ludzi w wielu wykonywanych przez nich pracach.



## Zadania

Redaguje Łukasz BOŻYK

**M 1552.** Wykazać, że istnieje nieskończenie wiele par liczb całkowitych dodatnich  $(a, b)$ , dla których liczba

$$4^{a^2} + 4^{b^2} + 1$$

jest kwadratem liczby całkowitej.

Rozwiązanie na str. 2

**M 1553.** W pewnym kraju jest skończona liczba miast. Między niektórymi parami miast istnieją jednokierunkowe połączenia autobusowe. Sieć komunikacyjna ma tę własność, że nie można zaplanować podróży złożonej z co najmniej jednego kursu, która zaczyna się i kończy w tym samym mieście. Udowodnić, że istnieje miasto, z którego nie można wyjechać autobusem oraz miasto, do którego nie można dojechać.

Rozwiązanie na str. 11

**M 1554.** W pewnym kraju jest  $2n$  miast. Między niektórymi parami miast istnieją dwukierunkowe połączenia lotnicze, których w sumie jest  $k$ . Ceny biletów na różnych odcinkach są różne, ale na każdym odcinku cena jest taka sama niezależnie od kierunku lotu. Wyznaczyć najmniejszą stałą  $c$  (niezależną od  $n$  i  $k$ ) o tej własności, że zawsze można tak zaplanować podróż złożoną z co najmniej  $c \cdot \frac{k}{n}$  przelotów, aby każdy kolejny lot był droższy od poprzedniego.

Rozwiązanie na str. 2

Przygotował Andrzej MAJHOFER

**F 943.** T.D. Stewart i R.C. Tolman wyznaczyli stosunek ładunku elektronu,  $e$ , do jego masy  $m$  metodą, w której metaliczne próbki poddawali przyspieszeniom. Wyjaśnij, jak to było możliwe. Przyjmij model swobodnych elektronów w metalu.

Rozwiązanie na str. 10

**F 944.** Na poziomej, płaskiej elektrodzie metalowej położono jednorodną płaską warstwę dielektryka (izolatora) o grubości  $d$  i przenikalności dielektrycznej  $\varepsilon$ . Na warstwie dielektryka umieszczono kroplę przewodzącej cieczy (elektrolitu) niezwilżającej dielektryka. Jak zmieni się kąt zwilżania  $\theta$ , gdy do kropli przyłożymy napięcie  $U$  względem metalowej elektrody? Napięcia powierzchniowe wynoszą: ciecz-dielektryk  $\gamma_{cd}$ , ciecz-gaz otaczający układ  $\gamma_{lg}$ , a dielektryk-gaz  $\gamma_{dg}$ .

*Wskazówka:* Napięcie powierzchniowe to energia potrzebna do utworzenia powierzchni rozdziału faz przypadające na jednostkę pola powierzchni. Jest ono również równe sile działającej prostopadle do brzegu takiej powierzchni rozdziału na jednostkę jego długości. Kąt zwilżania to kąt między powierzchniami ciecz-dielektryk i ciecz-gaz.

Rozwiązanie na str. 6

