

Algorytmy dla kamieni

MARIUSZ MEYNARCZUK

Instytut Mechaniki Górotworu, Kraków
Polska Akademia Nauk
mlynar@img-pan.krakow.pl

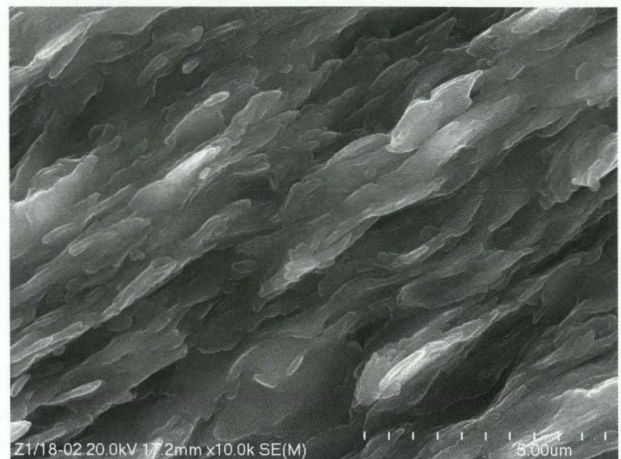
Dzięki algorytmom analizy obrazu komputery zyskują zdolność samodzielnego rozpoznawania tego, co widzą obiektywy kamer. W badaniach geologicznych ich szybkość uwalnia ludzi od konieczności mozolnego mierzenia ziaren mineralnych

Opis ilościowy struktur skalnych obserwowanych pod różnymi rodzajami mikroskopów pozwala uzyskać wiele informacji na temat walorów użytkowych badanych skał. Na przykład kształt ziaren mineralnych, a zwłaszcza stopień ich wzajemnego zazębienia się, decyduje o wytrzymałości skały. Z drugiej strony, mierzenie pod mikroskopem łącznego pola powierzchni ziaren poszczególnych minerałów występujących w płycie cienkiej pozwala niekiedy dokładniej poznać warunki powstawania skały, niż analiza chemiczna całej próbki.

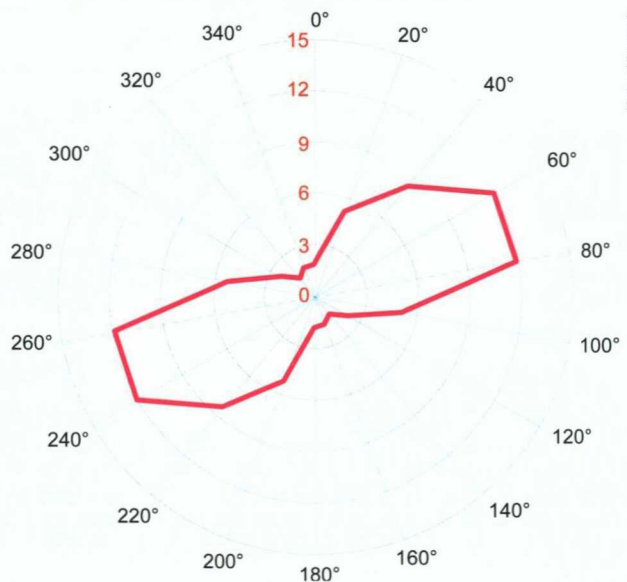
Jeszcze nie tak dawno takich analiz ilościowych dokonywano za pomocą skomplikowanych mechanicznych urządzeń, co było niezwykle czasochłonne. W dzisiejszych czasach naturalną drogą rozwoju tych metod jest pełna automatyzacja. Stosowne prace, mające na celu zastosowanie automatycznych, numerycznych metod analizy obrazu do ilościowego opisu struktur skalnych, prowadzone są m.in. w Instytucie Mechaniki Górotworu PAN.

Cyfrowa mozaika

Metody analizy obrazu rozwijane są na świecie od kilkudziesięciu lat, jednak zdecydowany ich rozkwit nastąpił wraz z pojawieniem się komputerów osobistych, które wyparły używane jeszcze w latach 90. XX wieku skomplikowane urządzenia analogowe. Stosowane obecnie specjalistyczne oprogramowanie oferuje dostęp do setek gotowych przekształceń obrazów. Sam zaś proces analizy obrazu sprowadza się do wybrania odpowiednich przekształceń, wywołania ich z właściwymi parametrami i zestawienia w ciąg następujących po sobie operacji (w algorytm). Celem takiego algorytmu jest zazwyczaj przekształcenie obrazu wejściowego na obraz wynikowy, na



Katarzyna Górniak



Mariusz Młynarczyk

Mikrostruktura organiczno-iłowa obserwowana w mikroskopie skaningowym (u góry) oraz obliczona w sposób automatyczny róża ukierunkowania tej struktury (u dołu)

którym poprawnie odwzorowane są wszystkie interesujące nas obiekty. Proces ten często nazywa się segmentacją obrazu. Po uzyskaniu poprawnie posegmentowanego obrazu wyniki pomiarów parametrów geometrycznych analizowanych obiektów w zasadzie nie nastroją już większych problemów.

Pomimo swoich potencjalnie dużych możliwości, metody analizy obrazu nie znalazły jak dotąd szerokiego zastosowania w petrografii. Przepuszczalnie wynika

to z trudności związanych z dużym stopniem skomplikowania oraz dużą różnorodnością i zmiennością struktur skalnych. Częstokroć płytki cienkie wycięte z tej samej skały w odległości zaledwie kilku centymetrów od siebie mają całkowicie inną strukturę. Metody analizy obrazu bywają zaś bardzo wrażliwe na wszelkie tego typu zmiany. Skuteczne algorytmy muszą brać pod uwagę specyfikę badanego materiału, jego zmienność, różnorodność, a także pewną dozę nieprzewidywalności. Dlatego też stworzenie takiego algorytmu wymaga wiedzy interdyscyplinarnej z zakresu analizy obrazu oraz z petrografii.

Efektem badań prowadzonych w Instytucie Mechaniki Górotworu PAN jest zbiór algorytmów zdolnych do analizy wielu różnorodnych struktur. Istnieją konkretne rozwiązania m.in. dla niektórych skał okrucowych, magmowych, ilastych, węglanowych, rud i węgla. Obrazy do pomiarów mogą pochodzić z mikroskopu optycznego, katodoluminescencyjnego lub elektronicznego. Opracowane algorytmy analityczne potrafią określić parametry geometryczne wybranych minerałów lub ziaren, opisać rozkład porowatości lub charakterystykę sieci spękań. Przy czym za każdym razem starano się zaprojektować je tak, by w sposób całkowicie automatyczny, bez jakiegokolwiek ingerencji obserwatora, mogły analizować dużą liczbę preparatów.

Podstawową korzyścią płynącą z automatyzacji jest radykalne przyspieszenie pomiarów. Przykładowo, czas pomiaru (wykonywanego w IMG PAN) płytki cienkiej piaskowca przy użyciu tradycyjnej analizy liniowej wynosi około 20 godzin. W procesie analizy automatycznej najwięcej czasu zajmuje rejestracja zdjęć (około 20 minut). Pomiarów automatycznych dokonuje się w niecałą minutę. Oczywiście trzeba pamiętać, że dla każdego typu struktury należy utworzyć osobny algorytm. Tak więc analiza automatyczna ma sens jedynie wtedy, gdy planujemy pomiary większej liczby preparatów.

Miara morfologii

Inną zaletą numerycznej analizy obrazu jest możliwość automatycznego określenia stosunkowo dużej liczby parametrów geometrycznych jednocześnie. Mogą to być pola powierzchni obiektów, długości ich obwodów, średnice Fereta, współczynniki kształtu, środki ciężkości, informacje o barwie obiektów i wiele, wiele innych. Jest to zdecydowany postęp w porównaniu ze standardowymi pomiarami ilościowymi, gdzie otrzymuje się jedynie kilka parametrów opisujących badaną strukturę.

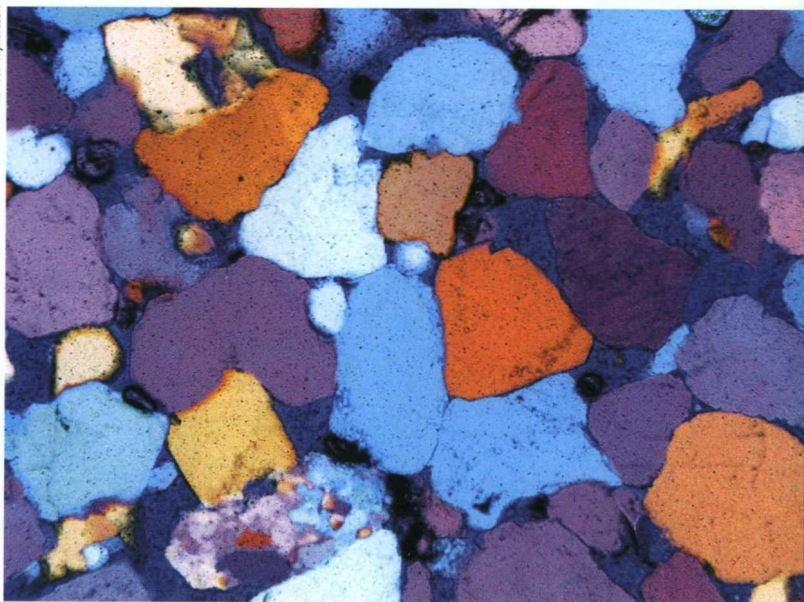
Otrzymane dotychczas rezultaty świadczą, że metody analizy obrazu z powodzeniem wykorzystywane w takich dziedzinach badań jak metalurgia, biologia czy medycyna mogą znaleźć zastosowanie również do analizy struktur skalnych. Tworzenie algorytmów automa-

tycznej analizy obrazu do celów petrograficznych natrafia na trudności związane przede wszystkim ze znacznym stopniem skomplikowania badanych struktur, jednak efekty są na tyle obiecujące, że prace w tej dziedzinie będą kontynuowane. ■

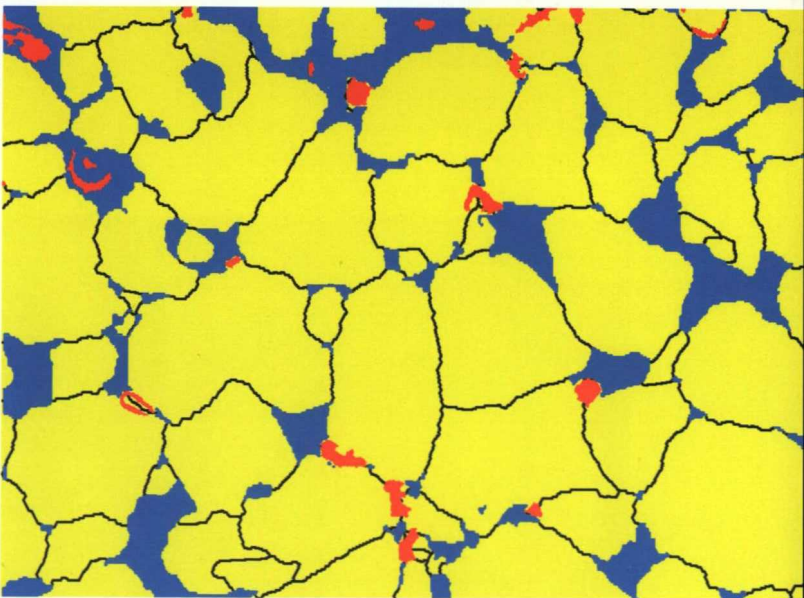
Chcesz wiedzieć więcej?

Młynarczuk M. (2004). Możliwości wykorzystania analizy obrazu i morfologii matematycznej do analizy stereologicznej struktur skalnych. *Archives of Mining Sciences*, 49, 117-140.

Mariusz Młynarczuk



Mariusz Młynarczuk



Piaskowiec obserwowany w mikroskopie polaryzacyjnym w powiększeniu 100x, przy skrzyżowanych nikolach z płytką lambda (u góry) i rezultat automatycznej detekcji składników (u dołu): kolor żółty - ziarna kwarcu, kolor czerwony - inne minerały, kolor niebieski - przestrzeń porowa