

Nadzorowana interpretacja zdjęć wielospektralnych przy użyciu EMC ODRA 1204

Warunkiem interpretacji zdjęć wielospektralnych przy użyciu komputera jest przedstawienie ich obrazu fotograficznego w postaci cyfrowej.

W pracy K. Furmańczyka i in. (1983) opisany został Cyfrowy Skanerowy Przetwornik Obrazu CSPO-01/GIII-P służący do zamiany obrazu zdjęcia na postać cyfrową, natomiast w pracy E. Chabowski i K. Furmańczyka (1984) podano podstawowe oprogramowanie EMC ODRA 1204 do wizualizacji zdjęć przy użyciu drukarki wierszowej.

W niniejszej pracy przedstawiono charakterystykę oprogramowania EMC ODRA 1204 znajdującej się w Ośrodku Obliczeniowym Instytutu Matematyki Uniwersytetu Gdańskiego, pozwalającego na nadzorowaną interpretację zdjęć wielospektralnych wykonanych w 4 kanałach, zamienionych na postać cyfrową przy użyciu CSPO-01.

W celu sprawdzenia poprawności analizy zdjęć w przetworniku zdjęć lotnicze wielospektralne zamienione na postać cyfrową musi być wizualizowane w każdym z kanałów najczęściej z podziałem na 8 przedziałów istotnych (Chabowski, Furmańczyk, 1984).

Błędna orientacja zdjęć na stoliku mikrofotometru przetwornika może spowodować, że piksele określonego obiektu będą miały różne położenie w macierzach zdjęcia w poszczególnych kanałach. Przed analizą wielospektralną należy przeprowadzać matematyczną korektę orientacji poszczególnych kanałów zdjęcia.

W tym celu opracowany został program TRAS. Na wydruku macierzy jednego kanału wybiera się dwa piksele możliwie najbardziej odległe i znajduje ich odpowiedniki w macierzach pozostałych kanałów. Podaje się ich współrzędne w macierzy każdego kanału oraz numer kanału, którego wydruk ma pozostać niezmienny. Program powoduje transformację

układów pikseli poszczególnych kanałów tak, aby położenie ich w macierzy zdjęcia było identyczne we wszystkich kanałach.

W wyniku otrzymuje się wydruk macierzy zdjęcia w każdym z 4 kanałów sytuacyjnie zgodny, podzielony na 8 przedziałów równolicznych oraz 8 istotnych. W pamięci bębnowej komputera zapamiętana zostaje macierz zdjęcia w każdym z 4 kanałów z gęstościami optycznymi pikseli obliczonymi z dokładnością 0,001 jednostki gęstości optycznej do analizy wielospektralnej.

W czynnościach wstępnych związanych z interpretacją wielospektralną nadzorowaną korzysta się z wydruku obrazu zdjęcia w jednym z kanałów. Na podstawie badań terenowych należy nanieść na nim tzw. pola testowe. Są to obszary jednoznacznie zidentyfikowane jako typowe dla zjawisk, jakie reprezentują. Mogą to być otoczenia punktów poborów prób terenowych lub miejsca nie budzące wątpliwości w określeniu rodzaju pokrycia terenu.

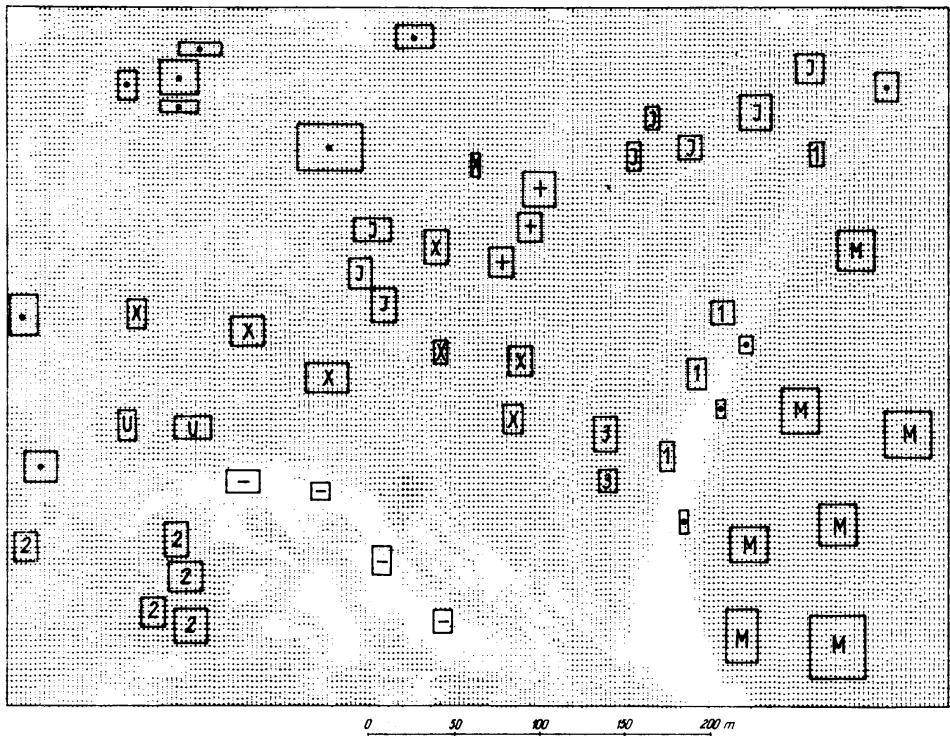
Postępowanie w trakcie interpretacji nadzorowanej wielospektralnej pokazane jest na przykładzie fragmentu zdjęcia wielospektralnego otoczenia Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego, wykonanego przez dra K. Furmańczyka (w czasie III Wyprawy Antarktycznej PAN w lutym 1979 roku — Furmańczyk, 1983) kamerą wielospektralną skonstruowaną w Uniwersytecie Gdańskim na bazie 4 aparatów fotograficznych „Kiev 80” (Furmańczyk, Ochryła, 1982).

Na fot. 1 przedstawiono zdjęcie wielospektralne w jednym z kanałów w postaci fotograficznej. Zdjęcie to zostało zamienione w każdym z 4 kanałów na postać cyfrową przy użyciu CSPO-01 (Furmańczyk i in., 1983). Na podstawie wydruków w 4 kanałach skorygowano je sytuacyjnie stosując opisany program.

Skorygowany wydruk obrazu w jednym z kanałów przedstawiono na ryc. 1. Zaznaczono na nim pola testowe o kształcie prostokątów, zawierające od kilku do kilkudziesięciu pikseli. Określono również współrzędne X i Y początków i końców każdego z tych pól. Współrzędne te zalicza się do danych wejściowych programu WKMA.

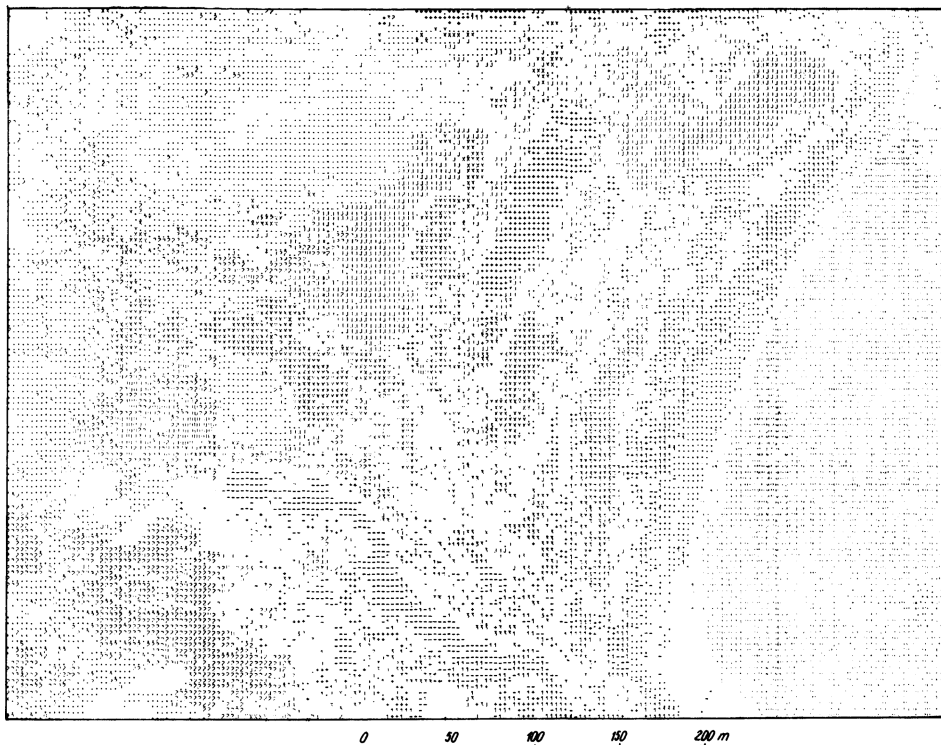
Program WKMA tworzy z macierzy gęstości optycznych pikseli w poszczególnych kanałach jeden układ czterowymiarowy, w którym osie układu odpowiadają gęstościom optycznym w poszczególnych kanałach. W tej przestrzeni czterowymiarowej piksele położone blisko siebie są do siebie podobne. Zakładając współrzędne czterowymiarowe punktu oraz określony promień odległości od niego, można stwierdzić, że w odległości od założonego punktu mniejszej lub równej promieniowi leżą punkty podobne do niego, przy czym podobieństwo jest tym większe, im mniejszy jest promień.

Program WKMA oblicza dla każdego pola testowego średnie gęstości optyczne jego pikseli w każdym z kanałów oraz odchylenie standardowe, a kryterium podobieństwa realizuje w następujący sposób:

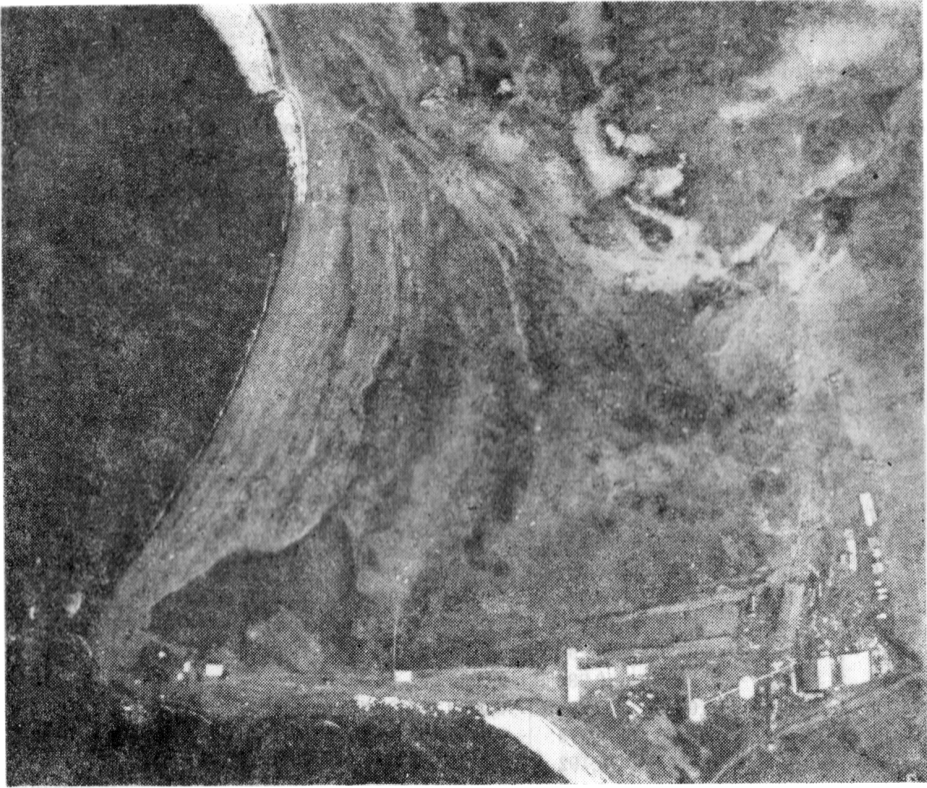


Ryc. 1. Obrazowy wydruk zdjęcia wielospektralnego (por. fot. 1) według przedziałów istotnych z zaznaczonymi polami testowymi. Zależność znaków od gęstości optycznej: $0 < I < 0,20$ $<+ < 0,25$ $< : < 0,30$ $< \cdot < 0,35$ $< \infty$. Poszczególne rodzaje pokrycia terenu oznaczono: „M” – morze, „J” – jezioro, „•” – obszary nie pokryte roślinnością, „1”, „2”, „3”, „X”, „U”, „+”, „-” – poszczególne rodzaje zbiorowisk roślinnych.

Fig. 1. The imagery printout of a multispectral photo (comp. phot. 1) in accordance with essential intervals with the marked test sites. The interrelation of signs and the optical density: $0 < I < 0,20$ $<+ < 0,25$ $< : < 0,30$ $< \cdot < 0,35$ $< \infty$. The particular types of the terrain cover are marked with „M” – sea, „J” – lake, „•” – areas noncovered with vegetation, „1”, „2”, „3”, „X”, „U”, „-”, „+” – particular types of vegetation complex.



Ryc. 2. Wydruk macierzy zdjęcia po interpretacji nadzorowanej. Legenda znaków pokrycia terenu jak w podpisie ryc. 1
Fig. 2. The printout of the photo matrix after the supervising interpretation. Legend of signs denoting the terrain cover as in the caption under fig. 1



Fot. 1. Zdjęcie lotnicze wielospektralne otoczenia Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego (kanał zielony)

Phot. 1. A multispectral aerial photo of the neighbourhood of the H. Arctowski Polish Antarctic Station (green channel)

W każdym z kanałów, dla każdego pola testowego obliczana jest różnica między wartością średnią gęstości optycznej a ekstremalną. Program wyszukuje w każdym kanale piksele o gęstości optycznej równej średniej \pm różnica maksymalna. Wyszukane piksele, które odpowiadają sobie w każdym z kanałów (ich położenia w macierzach są zgodne), zaliczane są do zbioru pikseli podobnych do wytypowanego pola testowego. Jeżeli zdarzy się, że jakiś piksel mieści się w kryterium podobieństwa do dwóch lub więcej pól testowych, program oblicza odległość w przestrzeni czterowymiarowej do każdego z tych pól reprezentowanych przez średnie gęstości optyczne i zalicza go jako podobny do najbliższego położonego pola testowego.

W danych wejściowych programu WKMA należy podać (według kolejności zapisywania współrzędnych pól testowych) znaki pisarskie, którymi mają być zaznaczone piksele podobne do poszczególnych pól testowych.

Średnie gęstości optyczne (g.śr.) oraz odchylenia standardowe (odch.) pól testowych w poszczególnych kanałach

Average optical densities (av. den.) and standard deviations (s. d.) of test sites in particular channels

Nr pola (Cite N ^o)	Kanał 1 (Channel 1)		Kanał 2 (Channel 2)		Kanał 3 (Channel 3)		Kanał 4 (Channel 4)	
	g. śr. (av. den.)	odch. (s. d.)	g. śr. (av. den.)	odch. (s. d.)	g. śr. (av. den.)	odch. (s. d.)	g. śr. (av. den.)	odch. (s. d.)
1	0,512	0,0596	0,325	0,0215	0,336	0,0234	0,573	0,0410
2	0,507	0,0449	0,310	0,0198	0,319	0,0596	0,563	0,0664
3	0,469	0,0850	0,288	0,0361	0,305	0,0371	0,520	0,0684
4	0,463	0,0391	0,262	0,0186	0,287	0,0361	0,519	0,0283
5	0,720	0,0332	0,418	0,0186	0,351	0,0225	0,574	0,0391
6	0,648	0,0322	0,379	0,0254	0,329	0,0195	0,556	0,0381
7	0,613	0,0723	0,379	0,0547	0,331	0,0381	0,579	0,0557
8	0,655	0,0674	0,399	0,0547	0,356	0,0508	0,661	0,0586
9	0,467	0,0449	0,229	0,0332	0,212	0,0225	0,460	0,0664
10	0,484	0,0244	0,229	0,0186	0,211	0,0137	0,478	0,0283
11	0,544	0,0557	0,260	0,0420	0,212	0,0264	0,365	0,0313
12	0,543	0,0596	0,255	0,0381	0,204	0,0332	0,374	0,0664
13	0,492	0,0576	0,282	0,0225	0,269	0,0195	0,463	0,0518
14	0,489	0,0635	0,285	0,0313	0,274	0,0342	0,464	0,0586
15	0,481	0,0273	0,273	0,0166	0,266	0,0166	0,459	0,0322
16	0,398	0,0498	0,192	0,0166	0,168	0,0225	0,243	0,0420
17	0,361	0,0586	0,187	0,0313	0,173	0,0195	0,257	0,0410
18	0,372	0,0664	0,192	0,0205	0,177	0,0293	0,271	0,0342
19	0,308	0,0518	0,181	0,0205	0,170	0,0176	0,257	0,0420
20	0,370	0,0371	0,190	0,0156	0,177	0,0098	0,290	0,0303
21	0,289	0,0469	0,180	0,0225	0,171	0,0059	0,255	0,0322
22	0,347	0,0469	0,195	0,0107	0,189	0,0186	0,293	0,0469
23	0,335	0,0439	0,188	0,0098	0,186	0,0137	0,302	0,0352
24	0,472	0,0479	0,257	0,0127	0,229	0,0068	0,387	0,0234
25	0,469	0,0664	0,250	0,0117	0,229	0,0156	0,382	0,0430
26	0,417	0,0566	0,248	0,0137	0,232	0,0195	0,363	0,0156
27	0,347	0,0313	0,213	0,0049	0,207	0,0068	0,354	0,0283
28	0,363	0,0137	0,210	0,0078	0,205	0,0088	0,374	0,0107
29	0,317	0,0234	0,203	0,0088	0,200	0,0078	0,349	0,0342
30	0,304	0,0137	0,198	0,0098	0,198	0,0098	0,340	0,0186
31	0,295	0,0186	0,192	0,0078	0,191	0,0068	0,331	0,0098
32	0,427	0,0234	0,249	0,0352	0,215	0,0146	0,326	0,0303
33	0,490	0,0938	0,365	0,0537	0,365	0,0361	0,588	0,0703
34	0,460	0,0137	0,337	0,0049	0,363	0,0127	0,563	0,0146
35	0,490	0,0430	0,361	0,0381	0,385	0,0420	0,618	0,0381
36	0,361	0,0215	0,254	0,0186	0,292	0,0205	0,439	0,0313
37	0,290	0,0254	0,237	0,0156	0,251	0,0078	0,397	0,0205
38	0,245	0,0234	0,219	0,0322	0,237	0,0273	0,350	0,0391
39	0,208	0,0254	0,202	0,0352	0,220	0,0313	0,302	0,0381
40	0,218	0,0313	0,212	0,0215	0,234	0,0322	0,328	0,0449

Nr pola (Cite N ^o)	Kanał 1 (Channel 1)		Kanał 2 (Channel 2)		Kanał 3 (Channel 3)		Kanał 4 (Channel 4)	
	g. śr. (av. den.)	odch. (s. d.)	g. śr. (av. den.)	odch. (s. d.)	g. śr. (av. den.)	odch. (s. d.)	g. śr. (av. den.)	odch. (s. d.)
41	0,222	0,0088	0,200	0,0117	0,216	0,0127	0,305	0,0166
42	0,201	0,0107	0,203	0,0098	0,227	0,0215	0,301	0,0195
43	0,495	0,0801	0,248	0,0264	0,200	0,0107	0,310	0,0547
44	0,298	0,0273	0,227	0,0117	0,240	0,0273	0,381	0,0469
45	0,442	0,0459	0,218	0,0137	0,173	0,0137	0,286	0,0371
46	0,526	0,0605	0,248	0,0391	0,198	0,0234	0,357	0,0391
47	0,522	0,0469	0,218	0,0137	0,185	0,0342	0,359	0,0234
48	0,599	0,0449	0,264	0,0459	0,203	0,0381	0,372	0,0352
49	0,520	0,1016	0,200	0,0156	0,171	0,0088	0,339	0,0537
50	0,555	0,0557	0,301	0,0215	0,213	0,0107	0,351	0,0303
51	0,569	0,0283	0,279	0,0195	0,204	0,0117	0,348	0,0283
52	0,388	0,0752	0,226	0,0352	0,185	0,0186	0,234	0,0195
52	0,535	0,0986	0,295	0,0361	0,224	0,0215	0,363	0,0615
54	0,514	0,0186	0,275	0,0146	0,224	0,0088	0,349	0,0342
55	0,348	0,0313	0,218	0,0234	0,204	0,0313	0,304	0,0215

wych. W symboliczny sposób zostało to pokazane na ryc. 1 przez umieszczenie zadeklarowanych znaków wewnątrz każdego pola. Deklaracja znaków jest zupełnie dowolna, podyktowana na ogół ich czytelnością.

W wyniku otrzymuje się tabelę średnich gęstości optycznych i odchyłeń standardowych wszystkich pól testowych w poszczególnych kanałach (tab. 1) oraz wydruk macierzy zdjęcia z rozmieszczeniem obiektów podobnych do wytypowanych pól testowych. Przykładowy wynik nadzorowanej interpretacji zdjęć wielospektralnych pokazany jest na ryc. 2. Nie zadrukowane miejsca przedstawiają piksele obiektów niepodobnych do żadnego z wytypowanych pól testowych.

W razie potrzeby można również uzyskać selektywne wydruki macierzy zdjęcia z zaznaczonymi pikselami podobnymi do poszczególnych pól testowych, co jest bardzo istotne w pracach badawczych i metodycznych.

Analizowane w niniejszej pracy zdjęcie wielospektralne wykonane zostało w zakresie widma widzialnego w kanałach: fioletowym, niebieskim, zielonym i czerwonym. Można więc przyjąć, że obiekty pokazane tu jako podobne charakteryzują się podobną barwą. Jak wynika z ryc. 2, w niektórych miejscach pokazane są pojedyncze piksele w miejscach, o których wiadomo, że nie mogą w nich występować (np. na jeziorze zbiorowisko roślinne oznaczone jako x). Oznacza to, że barwa jeziora w tych miejscach jest podobna do wytypowanego pola testowego zbiorowiska x. Jest to nieunikniony błąd metody, którego wpływ można zmniejszyć przez staranniejszy wybór pól testowych oraz zwiększenie liczby kanałów.

Przedstawione programy łącznie z opisanymi w pracy S. Chabowskiego i K. Furmańczyka (1984) tworzą system automatycznej nadzorowanej interpretacji zdjęć wielospektralnych, który opracowany został w Uniwersytecie Gdańskim.

System ten został po raz pierwszy praktycznie zastosowany do interpretacji rozmieszczenia zbiorowisk roślinnych okolicy Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego na Szetlandach Południowych. Wyniki przedstawione zostały w pracy K. Furmańczyka i R. Ochyry (1982).

LITERATURA

- Chabowski E., Furmańczyk K., 1984: *Charakterystyka podstawowego oprogramowania EMC ODRA 1204 do wizualizacji zdjęć zamienionych na postać cyfrową przy użyciu CSPO-01/GIII-P*. Fotointerpretacja w Geografii, z. VII (17), Uniwersytet Śląski, Katowice.
- Furmańczyk K., 1983: *Prace fotointerpretacyjne w Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego w sezonie badawczym 1978/1979. Dokumentacja teledetekcyjna. Teledetekcja w badaniach środowiska geograficznego*, Uniwersytet Śląski, Katowice.
- Furmańczyk K. i in.: *Analiza możliwości cyfrowej rejestracji rzeźby dna morskiego na podstawie zdjęć lotniczych wykonanych w jednym przedziale spektralnym*. Opracowanie w ramach tematu MRI/15.2.5.3.2. Uniwersytet Gdański 1977 (maszynopis).
- Furmańczyk K., Ochyra R., 1982: *Rozmieszczenie zbiorowisk roślinnych okolicy Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego w świetle nadzorowanej interpretacji zdjęć wielospektralnych*. Polish Polar Res. nr 3, z. 1—2.
- Furmańczyk K., Pankiewicz Z., Chabowski E., Musielak S., 1983: *Cyfrowy skanerowy przetwornik obrazu CSPO-01/GIII-P*, Fotointerpretacja w Geografii, z. VI (16), Uniwersytet Śląski, Katowice.

KAZIMIERZ FURMAŃCZYK, EDMUND CHABOWSKI

SUPERVISING INTERPRETATION OF MULTISPECTRAL PHOTOGRAPHS TAKEN WITH EMC ODRA 1204

Summary

The paper presents the characterization of the EMC ODRA 1204 software used for the supervising interpretation of multispectral photos; the characterization is completed with the exemplifying findings.

A multispectral photo made in 4 channels and converted into a digital form with a CSPO-01 converter is adapted situationally through the employment of the TRAS software.

When supervising interpretation is effected one specifies and marks in one channel of the photo printout the test sites already interpreted with the ground method.

The WKMA software, after the analysis made in four channels, prints the matrix of photo with the marked pixels dislocation similar to the selected test sites.

The software described in this paper together with those presented in the studies of E. Chabowski and K. Furmańczyk (1984) composes a system of the automatized supervising interpretation of multispectral photo with the aid of EMC ODRA 1204. This system was elaborated entirely by the University of Gdańsk.

KAZIMIERZ FURMAŃCZYK, EDMUND CHABOWSKI

INTERPRÉTATION SUPERVISÉE DE PHOTOGRAPHIES POLYSPECTRALES À L'AIDE DE EMC ODRA 1204

Résumé

Dans cet article nous avons présenté une caractéristique de la programmation EMC ODRA 1204 pour une interprétation supervisée de photographies polyspectrales, avec des exemples de résultats à l'appui.

On adapte situationnellement une photographie polyspectrale effectuée dans 4 canaux et transformée en forme chiffrée à l'aide du convertisseur CSPO-01, en utilisant le programme TRAS.

Dans l'interprétation polyspectrale supervisée on qualifie et indique sur la liste imprimée de la photographie sur un canal les champs tests interprétés par la méthode sur le terrain.

Après analyse sur 4 canaux, le programme WKMA imprime la matrice de la photographie avec la disposition indiquée des pixels semblables aux champs tests qualifiés.

Les programmes présentés ici avec ceux qui sont décrits dans l'article précédent (Chabowski, Furmańczyk, 1984) constituent un système d'interprétation automatique supervisée de photographies polyspectrales à l'aide de EMC ODRA 1204. Ce système a été entièrement élaboré à l'Université de Gdańsk.

(Traduit par Michał Michalak)