

토지피복정보에 따른 영상융합기법별 비교 및 고찰
(IKONOS 영상을 중심으로)

Analysis of Data Fusion Methods Using IKONOS Imagery
According to Land cover Information

손홍규* 윤공현** 장훈***
Sohn, Hong-Gyoo Yun, Kong-Hyun Hoon Chang

요지

영상융합에 관한 여러 가지 기법들이 지금까지 연구되고 있다. 하지만 몇몇 기법들은 복잡한 이론 배경으로 여러 단계를 거쳐야 하기에 적용이 쉽지 않은 경우도 있다. 본 연구에서는 현재까지 가장 좋은 방법으로 알려진 웨이블릿 변환기법을 다른 기존의 방법과 비교 분석하고자 한다. 이를 위하여 서로 다른 분광특성 정보를 중심으로 테스트하기 위해 4개의 지역으로 절취하였다. 그 결과 절취후 처리결과와 전체영상을 처리한 결과는 수계지역을 제외하고는 큰 차이는 없었으며 대부분의 지역에서 웨이블릿 방법이 우수함을 알 수 있었다. Multiplicative 방법도 비교적 방법도 좋은 결과를 보여주었다.

Abstract

Many data fusion techniques have been widely studied, but some methods were hard to apply due to complicated theoretical backgrounds and complexed steps. In this study, we tried to compare the wavelet transform, which has been accepted as the best method in terms of spectral distortion, and other three handy methods, which are available in most commercial software. Four clipped test areas were selected for different spectral information. There is, however, no huge improvement in clipped images except water areas. Overall the wavelet transform are superior in most areas, but the multiplicative method relatively gives good correlation.

1. 서론

본 연구에서는 서로 다른 특성을 보이고 있는 지역에 대하여 4 가지의 융합기법을 사용하여 비교 및 분석하였다. 도시지역의 경우 전지역에 대하여 한가지의 방법을 적용하기 힘든 다양한 여러 환경이 존재한다. 이에 대해 각 지역특성에 맞는 최적의 기법을 적용하여 최종적으로 모자이크 하여 더 나은 성과의 융합결과를 얻어낼 수 있다.

*연세대학교 사회환경시스템공학부, 조교수, 02-2123-2809(E-mail:sohn1@yonsei.ac.kr)
**연세대학교 사회환경시스템공학부, 박사과정, 02-2123-2809(E-mail:ykh1207@yonsei.ac.kr)
***성균관대학교 토목환경공학과, 전임강사, 031-290-7524(E-mail:hchang@skku.ac.kr)

사용된 방법은 웨이블릿 변환, PCA, Brovey, Multiplicative를 이용하여 각 지역별로 그 결과를 비교하였다.

결과적으로 특정 지형정보가 우세한 지역에 대해 최적의 기법을 찾아내고 또한 더 나은 시각적, 분광학적 분석을 위한 모자이크 융합결과를 얻어 낼 수 있는 가능성을 제시하였다.

2. 영상융합기법

Brovey 변환 기법은 영상을 융합하기 위하여 "ratio algorithm"을 사용한다. 원래 이 방법은 히스토그램의 양 고저 부분의 영역을 대조비를 증가하여 분석에 용이하도록 고안되었기 때문에 영상을 더욱 시각적으로 해석 및 분석이 가능하다.

Multiplicative 기법은 두 개의 래스터 영상의 간단한 수학적 연산에 기반을 두고 있다. 즉, 두 개의 래스터 영상들의 밝기값들을 곱하여 얻어진다.

PCA방법은 위의 두 가지 방법보다는 복잡한 알고리즘을 사용한다. 먼저 저해상도의 다중분광 영상을 principal components로 변환시킨다. 즉 각각 PC-1, PC-2 and PC-3을 생성시킨다. 그 다음 고해상도 panchromatic 영상을 PC로 변환시켜 이 결과를 PC-1과 대체하여 역변환 과정을 통하여 최종적으로 융합결과를 생성해 낸다.

웨이블릿 변환은 푸리에 변환처럼 어떤 함수를 표현하는 기법이다. 웨이블릿 변환은 여러 가지 방법으로 정의 될 수 있으나 융합기법의 부분은 Multiresolution Wavelet Transform으로 알려져 있다. Mallat (1989)은 이에 대한 상세한 이론적 배경을 제시해주었다.

3. IKONOS 영상의 적용

본 연구에서 영상 융합을 위해 사용된 영상은 2001년 11월에 촬영된 IKONOS 대전지역의 영상을 일부 절취한 것이며 IKONOS 1m 전경영상(4000×4000)과 4m의 다중분광영상(1000×1000)이다. 4m의 다중분광영상은 Blue, Green, Red 및 NIR로 구성되어 있다. 절취한 영상은 수계지역, 건물밀집지역, 농경지역, 산악지역 4가지로 구성되어 있다.

4. 결과 및 분석

영상융합의 결과를 평가하는 방법도 다양하지만 여기선 일반적으로 적용되고 있는 상관계수값과 시각적 분석을 중심으로 분석하였다.

4.1 분광 왜곡도 분석

4.1.1 농경지역

농경지역에서는 웨이블릿 변환이 가장 높은 상관계수값을 나타내었다. 즉 가장 적은 분광왜곡을 보여주었다. 각 밴드에 대해서 0.9 이상의 값을 보여주었으며 절취 후와 절취전의 결과는 그다지 크게 나지 않았다. Multiplicative 방법도 비교적 높은 상관성(0.824 ~ 0.894)을 보여주었다. 그러나 결과 영상이 대체적으로 어둡게 나타나 있음을 알 수 있었다. 그리고 절취와 절취 전의 처리 결과값이 일치하였다. 웨이블릿 방법보다는 다소 상관성이 떨어지지만 간단한 방법으로서 농경지역의 융합에 적합하다고 판단할 수 있었다. 그 다음으로 PCA, Brovey 방법의 순으로 상관성이 높았다. 특징적으로 Brovey 방법은 절취 전 영상이 대체적으로 밝게 나타나 있음을 알 수 있었으며 원영상에 더 가까운 결과를 보여주었다.

표 1. 농경지역에서의 영상융합결과

Method	Band	Clipped Image	Full Image	Method	Band	Clipped Image	Full Image
		C.C.	C.C.			C.C.	C.C.
Brovey	Blue	0.662116	0.661971	Multipli- cative	Blue	0.822363	0.822363
	Green	0.676132	0.675945		Green	0.835867	0.835867
	Red	0.735202	0.735060		Red	0.857129	0.857129
	NIR	0.859470	0.859298		NIR	0.894432	0.894432
Wavelet	Blue	0.903685	0.911085	PCA	Blue	0.704512	0.682153
	Green	0.913052	0.916127		Green	0.687220	0.673524
	Red	0.933780	0.932690		Red	0.724991	0.744108
	NIR	0.942211	0.938488		NIR	0.839445	0.899966

4.1.2 건물밀집지역

건물밀집지역에서도 웨이블릿 변환 기법이 각 밴드에 대하여 0.95의 이상의 아주 높은 상관성을 보여주고 있다. 다음으로 Multiplicative, PCA, Brovey 순으로 상관성을 보여주었다. Multiplicative 방법이 영상 절취 전과 절취 후의 결과 값이 일치하였다. Multiplicative와 Brovey 방법은 영상융합의 결과 영상이 다소 어둡게 나타나 있음을 역시 알 수 있었다. Brovey 변환기법에서는 모든 밴드가 PCA 방법에선 blue, green 밴드의 영역에서 절취전의 결과가 더 나은 것으로 나타나 있다.

4.1.3 산림지역

산림지역에서 마찬가지로 웨이블릿 방법이 가장 좋은 결과를 보여주고 있다. 또한 Multiplicative, PCA, Brovey 방법 순으로 더 높은 상관성을 보여주고 있다. 농경지역과 도심밀집지역과 비슷하게 Multiplicative와 Brovey 기법은 다른 두 가지 방법에 비해 전체적으로 어두운 결과를 보여주고 있다. 지 지역에서는 절취 후 영상의 결과가 대부분의 밴드에서 더 나은 결과를 보여주고 있다.

표 2 건물밀집지역에서의 영상융합결과

Method	Band	Clipped Image	Full Image	Method	Band	Clipped image	Full Image
		C.C.	C.C.			C.C.	C.C.
Brovey	Blue	0.795624	0.795531	Multipli- cative	Blue	0.855911	0.855911
	Green	0.830276	0.830189		Green	0.861638	0.861638
	Red	0.866306	0.866229		Red	0.875375	0.875375
	NIR	0.918548	0.918468		NIR	0.914447	0.914447
Wavelet	Blue	0.958220	0.962121	PCA	Blue	0.841645	0.811073
	Green	0.967463	0.968972		Green	0.836275	0.834468
	Red	0.972823	0.972979		Red	0.841511	0.861792
	NIR	0.971713	0.970803		NIR	0.876635	0.916100

4.1.4 수계지역

위의 3가지 지역과 마찬가지로 웨이블릿 변환 기법이 가장 나은 결과를 보여 주고 있다. 단, Multiplicative 기법이 blue 밴드에서 가장 높은 상관성을 보여주고 있다는 점이 특이하다. 웨이블릿 방법과 Multiplicative 기법이 거의 비슷한 정도로 높은 상관성을 보여 주었다. 수계지역에서는 Multiplicative 방법만이 전체적으로 어두운 영상융합 결과를 나타내었다.

표 3 산림지역에서의 영상융합결과

Method	Band	Clipped image	Full Image	Method	Band	Clipped image	Full Image
		C.C	C.C.			C.C	C.C.
Brovey	Blue	0.735600	0.735280	Multipli- cative	Blue	0.926823	0.926823
	Green	0.638144	0.637933		Green	0.934337	0.934337
	Red	0.672141	0.671975		Red	0.930240	0.930229
	NIR	0.758875	0.758772		NIR	0.877628	0.877614
Wavelet	Blue	0.956489	0.92530	PCA	Blue	0.701326	0.509972
	Green	0.969221	0.95614		Green	0.676989	0.655804
	Red	0.969856	0.97110		Red	0.702604	0.782879
	NIR	0.973687	0.92823		NIR	0.874116	0.927109

표 4 수계지역에서의 영상융합결과

Method	Band	Clipped Image	Full Image	Method	Band	Clipped Image	Full Image
		C.C.	C.C.			C.C.	C.C.
Brovey	Blue	0.947953	0.94.6831	Multipli- cative	Blue	0.960945	0.96.0865
	Green	0.945868	0.94.5010		Green	0.972195	0.97.2141
	Red	0.819570	0.81.8930		Red	0.981387	0.98.1371
	NIR	0.899339	0.97.5170		NIR	0.982851	0.98.2814
Wavelet	Blue	0.947112	0.95.2409	PCA	Blue	0.902666	0.89.1012
	Green	0.974095	0.97.7259		Green	0.901858	0.89.0885
	Red	0.989274	0.99.0620		Red	0.919122	0.93.1194
	NIR	0.994717	0.99.5609		NIR	0.958074	0.96.6265

5. 결론

본 연구에서는 서로 다른 지역성 특성을 구별하여 4가지의 융합기법에 대하여 그 결과를 비교 분석하였다. 그 결과 영상융합 결과에 있어서 상관계수 값을 기준으로 할 때 웨이블릿 변환이 가장 나은 결과를 보여주었다. 하지만 도심지역에서 처리 시간과 정확도 면 두 가지 면을 고려 해 볼 때 Multiplicative의 방법도 뛰어난을 알 수 있었다. 또한 기법에 대한 차이는 다소 있지만 대체적으로 영상 절취전의 처리결과가 다소 우수함을 보여 주었다.

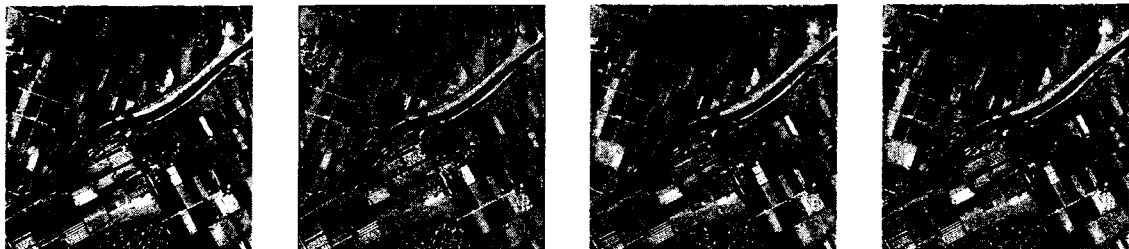


그림 1. 농경지역에서 융합영상(좌측부터, Multiplicative, Wavelet, Brovey, PCA)

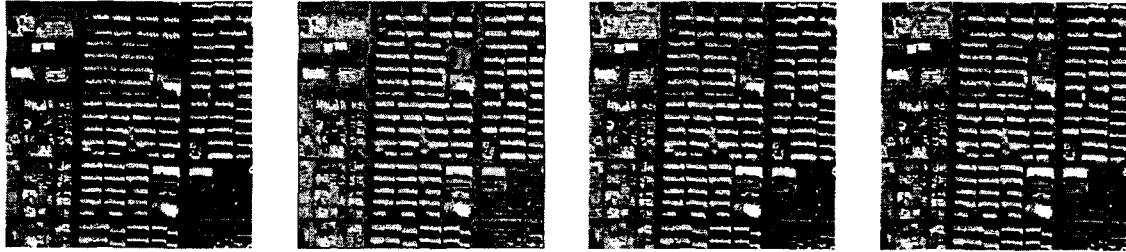


그림 2. 건물밀집지역에서의 융합영상(좌측부터, Multiplicative, Wavelet, Brovey, PCA)

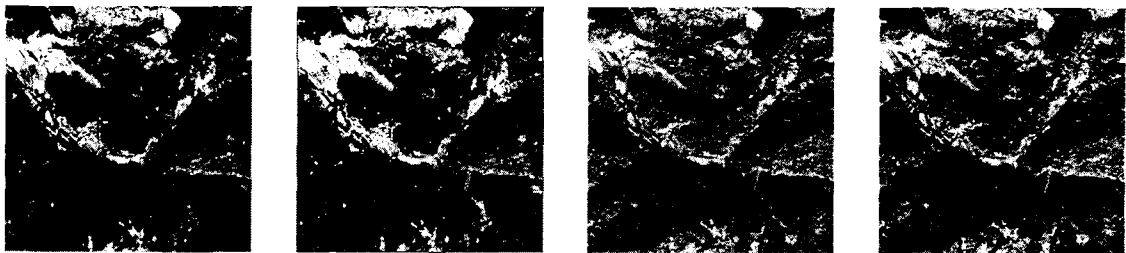


그림 3. 산림지역에서의 융합영상(좌측부터, Multiplicative, Wavelet, Brovey, PCA)

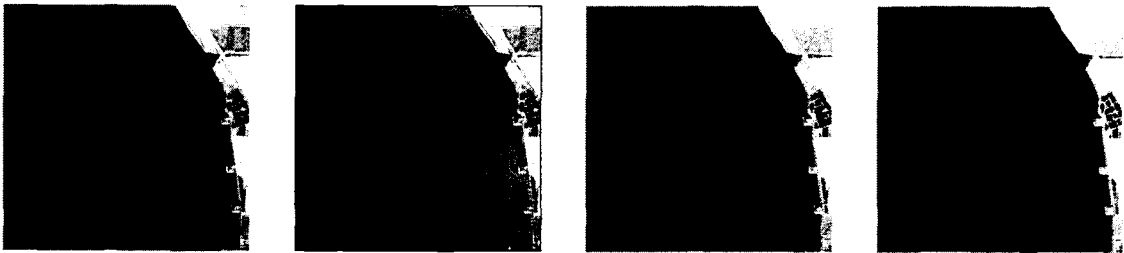


그림 4. 수계지역에서의 융합영상(좌측부터, Multiplicative, Wavelet, Brovey, PCA)

참고문헌

1. Mallat, S. G., 1989. A theory for multiresolution signal decomposition: the wavelet representation. *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.* 11 (7), 674-693.
2. Ehlers, M., 1991. Multi-sensor image fusion techniques in remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 46 (1), 19-30.
3. Scheunders, P., 2000. Multiscale edge representation applied to image fusion, *Proceeding of wavelet applications in signal and image processing VIII, SPIE's Annual Meeting, San Diego, USA, July 30-August 4.*