

영상처리기법을 활용한 기상레이더 영상기반 광학흐름 벡터 산출에 관한 연구

모선진* · 구지영 · 류근혁

기상청 기상레이더센터 레이더분석과

Calculation of Optical Flow Vector Based on Weather Radar Images Using a Image Processing Technique

Sunjin Mo* · Ji-Young Gu · Geun-Hyeok Ryu

Weather Radar Center, Korea Meteorological Administration

E-mail : mosunjin@naver.com / guji0920@korea.kr / geunhyeokryu@gmail.com

요 약

기상레이더 영상은 시각적인 측면에서 가시성이 높아 다양한 활용이 가능하다. 즉 기상레이더 원시 자료뿐 아니라 영상의 변화 특성만으로도 기상 현상의 흐름을 파악할 수 있는 장점을 가지고 있다. 특히 영상처리기법이 기상 연구 분야에서도 점차 확대되고 있고 기상레이더 영상과 같이 높은 해상도를 가지는 영상자료의 경우 영상처리기법이라는 새로운 접근을 통해 유용한 정보 생산을 기대할 수 있다.

본 연구에서는 영상처리기법 중 하나인 광학 흐름(Optical Flow) 기법으로 일정 시간 간격에 따른 기상레이더 이미지의 변화에서 기상 현상 흐름을 벡터로 산출하였다. 기상 현상 규모에 적합한 벡터 분석 해상도, 기상레이더 영상이 존재하지 않는 영역의 벡터보간, 특정 기상 현상의 흐름과 대기 전체 흐름 구분을 위한 상대 흐름 벡터 제거 등을 통해 분석하고자 하는 기상 현상의 특성을 도출하였다. 본 연구를 통해 기상레이더의 원시 자료 활용뿐 아니라 영상자료 고유의 특성 활용이라는 기상레이더 활용 영역 확대와 영상처리기법의 향후 기상학 분야에서의 활발한 활용을 기대해 본다.

ABSTRACT

Weather radar images can be used in a variety of ways because of their high visibility in terms of visuals. In other words it has the advantage of being able to grasp the flow of weather phenomena using not only the raw data of the weather radar, but also the change characteristics between consecutive images. In particular image processing techniques are gradually expanding in the field of meteorological research, and in the case of image data having high resolution such as weather radar images it is expected to produce useful information through a new approach called image processing techniques. In this study the weather phenomena flow was calculated as a vector from the change of the weather radar image according to time interval with the optical flow method, one of the image processing techniques. The characteristics of the weather phenomena to be analyzed were derived through vector analysis resolution suitable for the scale of weather, vector interpolation in regions where no radar echo exists, and the removal of relative flow vectors to distinguish the flow of specific weather and the entire atmosphere. Through this study, it is expected that not only the use of raw data of weather radar, but also the widening of the application area of weather radar, such as the use of unique characteristics of image data, and the active use of image processing techniques in the field of meteorology in the future.

키워드

Image processing technique, Optical Flow, Weather Radar, Weather Phenomena, Vector Analysis

* corresponding author

I. 서론

최근 기상관측 분야에서 영상처리 기술을 활용하여 다양하게 연구가 진행되고 있다. 그중에서 기상레이더는 대기에 특정 파장 대역의 전파를 송신하여 반사되어 돌아오는 수상체 반송신호를 관측하는 장비로 기상레이더 영상들은 동일 영역 내에서 일정 시간 간격으로 강수시스템의 흐름을 시각적으로 보여준다. 본 연구에서는 기상레이더 영상에 영상처리 기술 중 하나인 광학흐름기법(Optical Flow)을 적용하여 강수 시스템의 흐름을 벡터로 산출하는 연구를 수행하였다.

II. 영상 변환

본 연구에서 사용되는 기상레이더 영상은 한반도 영역을 관측하는 레이더의 합성 영상으로 한반도 전역에 설치된 현업용 S밴드 기상레이더의 자료를 한 장의 영상으로 합성한 자료이다. 자료생성 간격은 5분이며, 일반적으로 기상학에서 사용하는 영상은 그림1 좌측과 같이 분석자가 인지하기 쉽게 색상표로 표출한다. 하지만 광학흐름기법을 적용하기 위해서는 밝기의 구분이 용이 하도록 그림1 우측과 같이 회색조 색상표(Gray Scale)로의 영상변환이 필요하다. 또한, 영상 변환 시 0 dBZ 이하 및 60 dBZ 이상의 극단적인 특정 값은 제거하여 강수 시스템의 전체 흐름벡터 생성 효율성을 고려하였다.

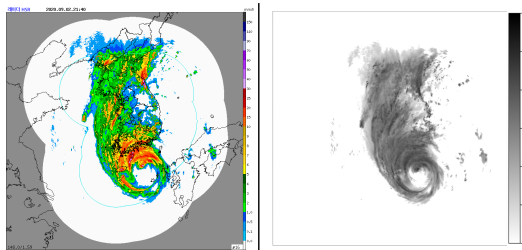


그림 1. 기상청 기상레이더 합성영상(좌), 회색조 색상표로 변환한 영상(우)

III. 벡터생성

5분 간격으로 생성된 회색조 색상표 영상 3장 사이의 변화를 광학흐름기법 사용하여 벡터로 산출하였다. 3장의 영상에서 첫 번째 영상과 두 번째 영상을 이용해 산출된 벡터와 두 번째 영상과 세 번째 영상에서 산출된 벡터의 평균값을 사용하였다. 이때 너무 조밀하게 벡터를 산출하면 기상학적으로 발생할 수 없는 벡터 생성의 오류가 존재할 수 있어 그림 2와 같이 30km 간격의 성근 벡터를

우선 산출하였다.

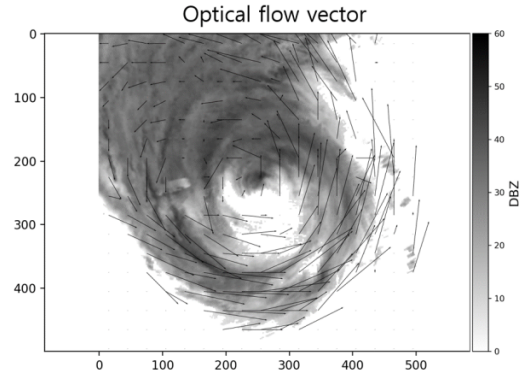


그림 2. 광학흐름기법을 통해 생성된 30km 간격 벡터장

IV. 벡터의 내삽 및 외삽 적용

30km 간격으로 생성된 벡터는 영상에서 기상레이더에코가 존재하는 영역에서만 산출되기 때문에 그물망격자보간법(Mesh grid interpolation)을 사용하여 그림3과 같이 기상레이더에코가 존재하지 않는 영역에서 전체 흐름의 특성을 보완해 줄 수 있도록 벡터를 보간 하였다.

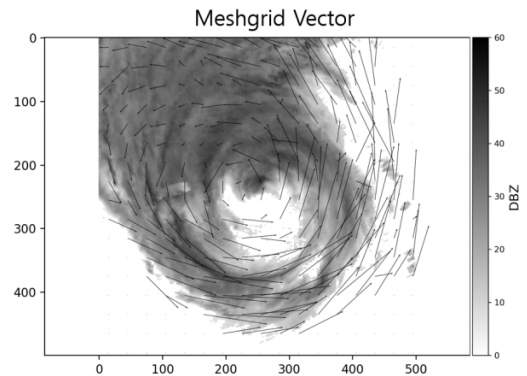


그림 3. 그물망 격자보간법을 통해 보간 한 벡터장

보간이 완료된 벡터를 보다 조밀하게 하고 영상 전체 영역의 배경 벡터까지 채우기 위하여 방사기저함수기법(RBF: Radial Basis Funtion)을 사용하였다. 그림 4와 같이 외삽보간 및 조밀 벡터를 생성하였으며 조밀 벡터의 간격은 10km로 설정하였다. 조밀 벡터 간격은 임의 조절이 가능하며 본 기법을 사용하여 모든 격자에 벡터 값을 존재하게 하였다.

V. 결 론

기상관측 분야에서 기존의 전통적인 방식이 아닌 새로운 기법들의 활용이 늘어나고 있고 영상처리기법을 활용한 강수 시스템 흐름 벡터 산출 역시 그중 하나이다. 영상처리기법의 신속한 처리시간과 기상레이더 영상의 높은 가시성을 이용하여 기상학적 정보 산출 기법의 다각화를 기대할 수 있다.

Acknowledgement

이 연구는 기상청 기상레이더센터 R&D 연구개발사업 "국가레이더 통합 활용기술 개발 (KMA2021-00220)"의 지원으로 수행되었습니다.

References

- [1] Farneback, "Two-Frame Motion Estimation Based on Polynomial Expansion." In *Proceedings of the 13th Scandinavian Conference on Image Analysis*, Halmstad, Sweden: pp. 363-370, 2003.
- [2] R. Bechini and V. Chandrasekar, "An enhanced optical flow technique for radar nowcasting of precipitation and winds," *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, vol. 34, no. 12, pp. 2637 - 2658, 2017.
- [3] Barber, C.B., Dobkin, D.P., and Huhdanpaa, H.T., "The Quickhull algorithm for convex hulls," *ACM Trans. on Mathematical Software*, Vol. 22, No. 4 pp. 469-483, Dec 1996.
- [4] Broomhead, David H.; Lowe, David, "Multivariable Functional Interpolation and Adaptive Networks" *Complex Systems*. 2: 321 - 355. 1988.

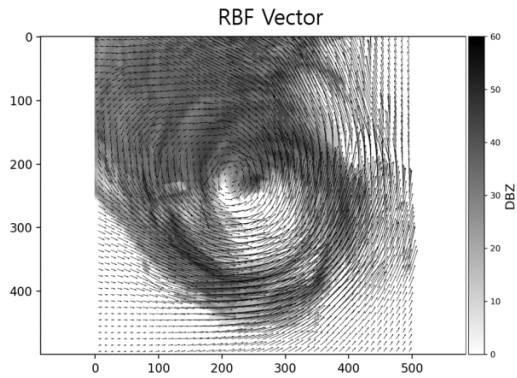


그림 4. 방사기저함수로 외삽 보간한 10km 벡터장

방사기저함수 외삽으로 산출된 벡터는 기상레이더 에코의 특성상 벡터 내에 강수 시스템 자체의 벡터 뿐 아니라 대기 전체 흐름 벡터를 함께 포함하고 있기 때문에 그림5와 같이 평균 이동 벡터를 산출하여 제거함으로써 그림 6과 같이 강수 시스템 개별 벡터를 생성할 수 있다.

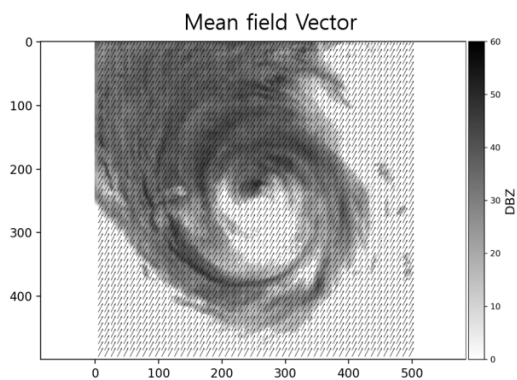


그림 5. 대기 전체 흐름 벡터장

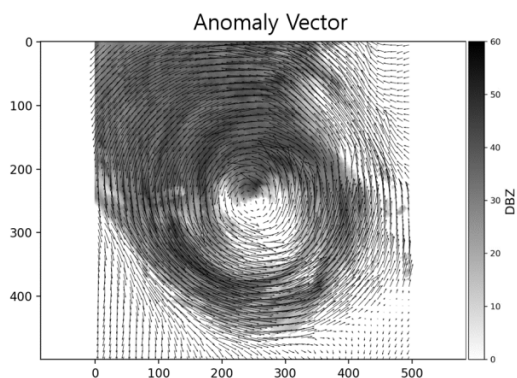


그림 6. 강수시스템 개별 흐름 벡터장