

삼각형 와핑에 의한 세계측지계 좌표변환 방법 연구

A Study on the World Geodetic System Transformation Using Triangle Mesh Warping

지계환* · 이현직** · 권재현*** · 심규성****

Jee Gye Hwan · Lee Hyun Jik · Kwon Jay Hyoun · Sim Gyoo Seong

요약 본 연구에서는 세계측지계 변환에 있어서 삼각형 와핑을 이용한 변환방법을 제시하였다. 삼각형 와핑에 의한 좌표변환방법과 기존의 국가좌표변환계수에 의한 좌표변환방법을 비교하기 위하여 의왕시의 공통점을 활용하여 정확도를 분석하였고, 그 결과 적은 수의 공통점을 이용하고 왜곡량 보정 없이 1/1,000 이상 축척의 평면 위치 정확도 기준에 만족하는 결과를 확보하였다. 또한 세계측지계로 변환 작업을 마무리한 구리시, 평택시에 대해서도 본 방법을 적용한 결과 5cm 이내의 평면위치 정확도가 계산되었다. 본 연구에서 제안된 방법은 1/1,000 이상의 대축척 지리정보를 세계측지계로 변환하는 과정에서 정확도를 확보하기 위하여 지역별로 많은 공통점을 확보해야하는 문제점을 개선하고, 변환계수를 적용하는 과정에서 서로 인접하는 경계지역에서 불일치되는 오류의 발생 가능성이 최소화됨을 확인하였다. 따라서 대축척의 지형도, 지적도, GIS DB와 연속지적도에 대한 세계측지계 좌표변환을 수행하는데 있어 삼각형 와핑에 의한 좌표변환 방법을 사용함으로써 공통점 사용을 최소화할 수 있었으며, 이를 통해 경제성과 정확성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

키워드 : 세계측지계, 좌표변환, 삼각형 와핑

Abstract The Triangle Mesh Warping method is suggested and applied in coordinate transformation to world geodetic system in this study. The common points of Uiwang city are used to compare the transformation accuracy of the suggested methods with existing national coordinate transformation methods. As a result, the Triangle Mesh Warping method was satisfied with accuracy criteria for positioning on a map larger than scale 1/1,000 with smaller number of common points and without distortion modeling. Additionally, in case of Guri and Pyeongtaek city that established the World Geodetic System, the suggested method generates the result of transformation accuracy better than 5cm. Based on the test, it was found that the suggested method improves the problem of securing many common points and reduces the problem of mis-match between the transformed data of adjacent areas. Accordingly, for transformation of large-scale topographic map, cadastral map, GIS DB and serial cadastral map to the World Geodetic System, it is judged that the Triangle Mesh Warping would be a good method for economical efficiency and accuracy using by minimum common point.

Keywords : World Geodetic System, Coordinate Transformation, Triangle Mesh Warping

1. 서론

우리나라는 2001년, 세계측지계 사용을 의무화하기 위해 측량법 관련 규정을 개정하였으며, 이를 기반으로 기존의 지역측지계 성과를 세계측지계 성과로 전환하는 사업들을 지속적으로 추진해왔다. 또한, 2009년에는 측량법과 지적법이 통합되면서 법률 제9774호로 ‘측량·수로조사 및 지적에 관한 법률’이 제정되어

2009년 12월 10일부터 시행되고 있으며, 동법 제6조에 따르면 측량의 기준 좌표를 세계측지계로 정하고 있어 측량분야, 수로조사 분야 및 지적 분야의 기준이 세계측지계임을 공표하고 있다.

이에 따라 기존의 수치지형도뿐만 아니라 지적도, GIS 응용시스템 DB 등의 성과물들도 세계측지계 전환을 수행하여야 한다. 현재는 수치지형도의 모든 성과는 세계측지계로 완전 전환되었으나 지적공부는

* Jee Gye Hwan, Vice President, Water Resources and Environment Dept., Dongbu Engineering. civilx@dbeng.co.kr

** Lee Hyun Jik, Professor, Dept of Civil Engineering, Sangji University. hjiklee@sangji.ac.kr

*** Kwon Jay Hyoun, Professor, Dept of Geo-Informatics, The University of SEOUL. jkwn@uos.ac.kr

**** Sim Gyoo Seong, GIS Team, Dongbu Engineering. kssim@dbeng.co.kr

2020년 12월 31일까지 연장된 상태이며, GIS DB와 연속지적도는 소관청 단위로 별도의 세계측지계 전환 작업이 진행 중이다.

세계측지계로의 좌표변환 절차는 국가표준작업지침(건설교통부, 2005)에 따라 지역적인 기하특성을 변환계수로 정량화하여 이를 일괄 반영하는 방법이 제시되고 있으나 이 방법을 사용할 경우 수행절차가 복잡할 뿐만 아니라 지역별로 다른 변환계수를 적용하는 경우에 있어 경제지역에서 좌표가 불일치되는 오류가 발생될 우려가 있다. 또한 표준작업지침상의 편중된 공통점 제거(Data Thinning)시 작업자별 임의성이 존재함으로서 이에 따른 부정오차도 현저하게 발생할 것으로 예상된다. 이에 따라 기존의 국가표준작업지침을 수치지적지역의 세계측지계 변환에 활용할 경우 많은 문제점이 발생할 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 지역변환계수를 별도로 산정하거나 왜곡량 모델링 등 복잡한 작업절차를 거치지 않고, 개별 좌표를 직접 변환하는 방법을 제안하였다. 본 연구에서 사용한 공통점은 공공측량성과심사가 완료되어 임의 조정이 불가능한 국가기준점(공통점)만을 이용한 것으로 공통점을 절대점으로 가정하였다. 이러한 방법의 적합성을 검증하기 위하여 세계측지계 좌표변환 시범지역인 의왕사에서 사용했던 공통점 성과를 이용하여 본 연구에서 제시하는 삼각형 와핑(Warping)에 의한 좌표변환 방법과 기존의 국가표준작업침에 의한 변환결과를 상호 비교 하였으며, 세계측지계로 변환 작업을 마무리한 구리시, 평택시에 대해서도 같은 방법을 적용하여 평가하였다. 그 결과 평면위치오차의 정확도에 대해서 수치지형도 축척별 오차 범위기준에 부합되는 매우 양호한 성과를 확인하였으며, 특히, 구리시, 평택시에 대해서는 위치 정확도를 평가한 결과 5cm 이내로 계산되었다. 이러한 연구 결과는 현재 지자체에서 보유하고 있는 다양한 기준점을 공통점으로 활용하여 향후 세계측지계 변환을 시행해야할 지적공간정보 외 GIS 응용시스템 DB등의 성과를 가장 경제적, 효율적으로 세계측지계로 변환할 수 있는 방법이 될 수 있을 것으로 판단된다.

2. 연구동향

서로 상이한 두 직각 좌표계간의 변환은 일반적으로 형태의 보전을 전제로 한 7 매개변수 사상변환을 널리 사용한다. 대표적인 변환 모델은 Bursa-Wolf, Molodensky 그리고 Veis 모델이며, 각 모델들은 두 개의 좌표계의 기하학적 배치와 좌표계간의 관계에

차이가 있으나, 좌표변환계수의 추정에 필요한 기본 조건과 수학적 모델 및 처리 방법은 동일하다. 좌표변환계수의 추정에 필요한 기본 조건은 동일 지점에서 측정된 두 좌표계에서의 3차원 좌표값이며, 최소제곱법의 원리에 의하여 파라미터를 추정한다[3].

이근상 등(2001)은 소규모 지역에 대한 1/1000 수치지도의 위치 정확도를 평가하고, 위치오차가 발생한 지역에 대한 수치지도 수정 및 갱신 방안을 제시하였다. 이권한 등(2003)은 기타원점좌표체계의 지적자료를 통일원점좌표계로 변환하여 연속된 형태로 제작함으로써 GIS 분야에서 지적자료의 활용성을 높이고자 하였다. 최승환(2008)은 디지털 지적도면의 세계측지계 좌표변환에 관한 연구를 통하여 지적도, 임야도, 경계점좌표등록부 지역을 통합하여 지역좌표계 기준의 통합지적도면을 작성하였고, 이를 GNSS 기준점관측을 통하여 세계측지계로 좌표변환을 실시하였다. 그 결과 소규모 지역의 세계측지계 변환을 위해서는 국가좌표변환계수에 의하여 변환을 실시하고, 지역공통점을 활용하여 왜곡량을 보정하여야 정확한 결과를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있었다. 이석배·김기원(2012)은 세계측지계 좌표기준으로 평가한 지역측지계 지적기준점 정확도 분석에서 진주시 지역의 삼각점, 지적삼각보조점, 지적도근점, 도시기준점에 대한 정확도를 분석한 결과, 왜곡량 보정모델링 없이 국가좌표변환계수를 지적기준점에 직접 사용할 수 없음을 확인하고 지적도와 지적기준점의 세계측지계 변환에는 지역별 좌표변환계수의 필요성을 제안하였다. 또한, 조재관 등(2008)은 GIS 기본도 및 DB의 세계측지계 좌표변환 정확도 분석에 관한 연구에서 도시기준점을 이용한 Molodensky-Badekas 방법에 의한 좌표변환과 2차원 Affine변환의 변환계수 비교를 통하여 2차원 Affine변환 방법이 국지적인 범위에서 적용 가능함을 확인하였다. 지리정보시스템 분야에서 삼각형 와핑에 대한 연구로는 박상미 등(1997)이 상대오차가 필연적으로 발생하는 서로 다른 두 종류의 지도 간에 시설물의 위치를 자동보정하기 위한 방법을 제안하였고, 김원태 등(1999)은 인접하는 수치지도 간의 경계영역 불일치 보정 시 위상정보를 유지하고, 정확도를 향상을 위하여 적용하였으나 서로 다른 좌표계에 대한 대규모 좌표변환에 대한 적용은 매우 제한적이었다. 변환계수에 의한 변환 방법은 기본변환 후 왜곡량 보정모델이 반드시 필요하며, 변환계수 추정을 위한 공통점확보를 위하여 필요이상의 많은 경비가 소요되는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 세계측지계 좌표변환에 있어서 최소의 공통점만으로 왜곡량보정