

사용자 측면을 고려한 수치지도의 등급분류에 관한 연구

A Study on Determining the Grade of Digital Map from the User's Viewpoint

정재준*
Jeong, Jae-joon

박민호**
Park, Min-ho

김용일***
Kim, Yong-il

어양담****
Eo, Yang-dam

要 旨

현대사회에서 수치지도는 공간데이터베이스를 담는 역할을 하고 있다. 이에 따라 수치지도의 정확도 향상에 대한 많은 연구가 진행되고 있으나, 실제 수치지도 사용자에게 중요한 수치지도의 등급분류에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구의 목적은 사용자 측면의 요구사항을 기준으로 수치지도의 정확도를 이루는 인자들을 분석하여, 인자별 가중치를 결정하고, 이에 따라 수치지도의 등급을 분류하는 방법론을 제시하는 것이며, 이를 위해 수치지도의 기능에 근거하여 수치지도의 등급분류를 위한 레이어의 가중치를 결정하는 방법을 개발하였고, 결정된 가중치에 따라 수치지도의 등급을 분류하기 위한 방법론을 제시하였다.

ABSTRACT

Nowadays, digital map plays a role as a container of spatial database. There have been many researches concerning the improvements of the digital map accuracy. From the user's viewpoint, however, the quality level of digital map is as important as its accuracy, because fitness-for-use is considered the most important factor to the users.

This study aims to find the methodology for determining the grade of digital map. To accomplish this, we propose two major stages. First, weight factors of the layers are given according to the importance of the functions which must be considered in digital map generation. Second, weight factors of the components to evaluate the accuracy of the digital map are presented. By scoring the components and by summing the scores, the method for determining fitness-for-use is developed.

* 서울대학교 공과대학 도시공학과 석사과정

** 목포대학교 사회과학대학 지적학과 전임강사

*** 서울대학교 공과대학 도시공학과 조교수

**** 서울대학교 공과대학 도시공학과 박사과정

1. 서 론

현재 인간이 사용하고 있는 모든 정보의 상당 부분은 위치에 관한 자료를 가지고 있다. 일반 행정업무 중 80%가 도면정보를 이용한다는 점은 이미 여러 차례 발표¹⁾되었다.

그러나, 기존에 사용하던 종이지도의 문제점에 대한 인식²⁾, 위성영상이나 GPS 등의 지형자료 취득기법의 발달, 그리고 컴퓨터 기술의 발달 등으로 인하여 종이지도가 가지고 있는 문제점을 극복하는 대안으로 수치지도화 작업이 1970년대 후반부터 본격화되기 시작하였다. 또한 이런 수치지도에 데이터베이스를 전산화한 것을 통합하여 사용하게 됨으로써, 수치지도는 데이터베이스를 담는 가장 기본적인 그릇으로서의 역할을 하고 있다.

일반적으로 수치지도 데이터의 구축과정에서 가장 문제가 되는 것은 데이터의 정확도이다. 따라서 위치 정확도나 속성정확도 향상에 대한 연구는 활발히 이루어졌다. 그러나, 지형공간정보 데이터인 수치지도를 사용자 측면에서 고려하면, 수치지도의 요구정확도가 이미 정해져 있으므로, 정확도를 기준으로 한 수치지도의 등급분류에 대한 필요성이 정확도 향상의 문제만큼 중요하다.

본 연구의 목적은 수치지도 데이터에 대한 정확도 평가를 위한 행렬을 형성하고 그에 따라 등급분류의 방법론을 제시하는 것이며, 연구의 과정 및 흐름도는 그림 1.1과 같다.

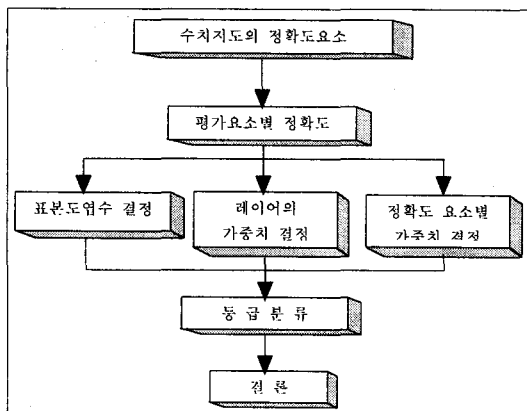


그림 1.1 연구의 흐름도

2. 데이터품질의 평가행렬

수치지도 데이터의 품질에 대한 검사는 이미 위에서 살펴본 것처럼 여러 요소가 있다. 그러나 지금까지 데이터의 품질을 평가하기 위한 방법들은 몇 가지의 한계점을 가지고 있는데 그것들은 다음과 같다.

첫째, 공간, 시간, 속성이 데이터의 품질을 구성하는 각각 상이한 요소로 인식이 되어왔다. 특히 정확도를 위치정확도와 속성정확도로 나누어 심도있게 연구를 뿐, 기타 완전성이나, 일관성에 대한 공간, 시간, 속성 차원에서의 연구가 미진했다.

둘째, 시간이라는 요소가 데이터의 품질을 구성하는 요소로서 크게 인식되지 못하였다. 그러나, 지형공간정보 데이터는 언제나 변화를 기반으로 하고 있다.

셋째, 계보를 데이터의 품질로 평가하고 있다. 계보에 들어있어야 할 요소들이 하나도 들어있지 않음에도 불구하고 데이터의 품질은 높을 수 있다. 다시 말해 계보란 데이터의 품질을 평가하기 위한 요소가 아니라, 메타데이터(meta data)의 품질을 평가하기 위한 요소이다.

넷째, 데이터의 품질이 정적인 요소로 간주되어 왔다. 데이터를 GIS에서 사용하기 위해 변환하였을 경우, 데이터품질은 변화하고, 그에 따라 오차가 전파된다. 이때, 전파된 오차를 보정하려고 하지만, 이미 개발된 오차를 보정하기 위한 방법들은 한정된 조건과 변환과정에서만 유효한 것이 되고 만다. 그러므로, 변환과정에서 일어나는 오차에 대한 고려가 있어야 한다.

위에서 살펴본 한계점 때문에 데이터의 품질을 평가하는 새로운 방법³⁾이 필요하다. 그림 2.1은 데이터를 성질에 따라 공간적인 성격의 것, 시간적인 성격의 것, 그리고 속성 성격의 것으로 나누고, 각 성격의 데이터에 대해 수치지도의 품질을 나타낼 수 있는 요소를 정확성, 해상도, 완전성, 일관성으로 나눈 후 데이터의 품질을 평가하는 것이다.

데이터의 성격과 관련해 데이터를 살펴보면, 그것이 지적도와 관련된 것이라면 공간데이터가 중요하고, 자원탐사와 관련한 것이라면 속성데이터가 중요하다.

또한 지금까지 공간과 속성데이터에 비해 중요성을 덜 두었던 시간데이터도 모든 사상이 변한다는 관점에서 보면 중요성을 가져야 할 것이다.

데이터의 품질을 나타내는 요소와 관련하여 데이터를 살펴보면, 해상도란 데이터베이스에 실려있는 데이터의 양을 말하고, 완전성이란 데이터베이스가 실세계를 얼마나 잘 표현하고 있는나 하는 것이다. 또한 일관성이란 데이터베이스가 내부적으로 논리적으로 연결되어 있는가를 나타내는 것이다. 마지막으로 정확성이란 다른 세 가지 요소와는 달리 데이터의 품질에 관한 상대적인 정확도를 말하는 것이다.

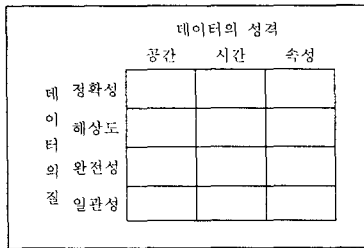


그림 2.1 데이터의 품질평가를 위한 행렬

3. 수치지도의 등급분류

3.1 표본도엽의 추출

지도의 품질을 검사하기 위한 검사방법은 크게 표본 조사와 전수검사로 나눌 수 있다. 현재 시행되고 있는 제작된 지도의 품질에 대한 전수조사는 전수중첩조사를 말하는 것으로 정확하기는 하나 현실적으로 어려움이 있다. 국립지리원에서 시행하고 있는 지형도의 수치지도화 제작현황⁴⁾을 살펴보면 1:1,000 축척의 수치지도의 경우 6개월마다 자료를 갱신하도록 규정되어 있는데, 처음 제작할 경우 전수중첩조사를 한다고 하더라도 자료의 갱신 때마다 14,000여 도엽에 대해 전수조사를 한다는 것은 무리이다. 그러므로 제작된 지도에 대해 적절한 표본도엽을 선택해 이에 대한 조사로 전체 제작된 지도의 정확도를 추정하여야 한다.

또한, 1:500 이상의 축척을 사용하는 시설물지도의 경우, 1:1,000축척의 지도에 비해 제작 매수가 4배정도

증가하므로, 표본도엽의 추출을 위한 적절한 방법을 고려해야 한다. 현재 대부분의 수치지도 검사는 제작 매수에 관계없이 제작된 수치지도 중 10-30%를 표본으로 추출하여 중첩검사를 하고 있으나, 이에 대한 적절한 고려가 있어야 한다.

초기하본포를 이용하여 표본도엽의 수를 결정하면, 수치지도의 전체 제작매수에 대한 표본도엽의 비율이 일정한 것이 아니라, 그 비율이 수치지도의 전체 제작매수 증가함에 따라 줄어드는 것을 알 수 있다⁵⁾.

3.2 사용자 요구사항

표 3.1 시설물관리 레이어의 중요도⁸⁾

항목	기관	서울시				한전	
		가	나	다	라	마	바
행정 구역	도, 특별시, 직할시계	◆	●	●	◆	◆	◆
	시, 군, 구계	◆	●	●	◆	◆	◆
	읍, 면, 동계	◆	●	●	◆	◆	◆
일반 시설	건물	◆	●	●	◆	◆	◆
	민집건물	◇	●	●	◆	◆	◇
	고층건물	◆	●	●	◆	◆	◆
	무허건축물	◇	●	●	◆	◇	◇
...	...						

기관구분

- 가. 도도도국
- 나. 현수국
- 다. 도시계획국
- 라. 상수도사업본부
- 마. 송변전처 송변전 기술부
- 바. 영배부

구분	상	중	하
자체조사	●	●	○
다기관조사	◆	◆	◇

종래의 종이지도에서 정확도를 평가한다는 의미는 대부분 위치정확도를 의미하는 것이었다. 그러나, 수치지도는 정확도 평가를 위한 항목이 2장과 3장에서 살펴본 것처럼 각기 상이한 성격을 지닌 여러 가지 것들이다. 다시 말해, 수치지도의 정확도 평가는 사용자에게 해당업무에 대한 사용가능여부를 직접제시하는 방식이 아닌, 사용자가 공간데이터의 품질에 근거하여 자기업무에 관한 사용적합도(fitness-for-use)를 판정하는 체계⁷⁾로 이루어져야 한다. 즉, 수치지도의

품질은 종이지도의 허용오차범위에 대한 필수규정인 지도의 정확도 기준과는 성격이 다르므로, 사용자 자신의 책임아래 적용업무에 적합한 품질의 공간데이터를 선택하여야 한다.

표3.1과 표3.2는 약간 다른 형태지만, 수치지도화에 대한 요구사항을 조사한 결과이다. 또 레이어 여러 개를 중첩시켜 주제도를 제작하게 되므로, 표3.1과 표3.2는 주제도에 대한 요구정도를 간접적으로 제시하고 있다고 할 수 있다.

표 3.2 서울시의 공통레이어⁹⁾

공통레이어	요구빈도			공통레이어	요구빈도		
	시	구	합		시	구	합
시경계	27	31	58	지하철	10	9	19
구경계	27	31	58	항측도로	14	10	24
동경계	27	31	58	소축척건물	10	9	19
실폭도로	23	24	47	등고선	13	10	23
지적	21	23	44	철도	12	10	22
대축척건물	21	22	43	도시계획시설	10	9	19
실폭하천	18	18	36	도로시설물	9	8	17
지경계	18	15	33	도로노선	8	8	16
도시계획지역	14	16	30	도시계획도로	9	6	15
도시계획지구	13	15	28	도시계획구역계	9	6	15
도시계획구역	12	15	27	계획철도	9	5	14
항측도로	14	10	24	대축척도로	4	9	13
				도로부속물	5	7	12

표3.3은 주제도의 범용성, 법적 영향력, 관리주체, 정보화계획, 도면 상태 등을 고려하여 국가지리정보체계 구축에 있어서, 공통주제도의 수치지도화 우선순위를 나타내고 있다. 또한 표3.4는 활용도가 높은 수치지도 데이터의 유형을 나타내고 있다.

표 3.3 공통주제도의 수치지도화 우선순위¹⁰⁾

우선 순위	주 제 도
1	토지이용계획도, (지형)지반도, 행정구역도, 도시계획도, 도로망도, 국토이용계획도, 지하매설물도
2	도양도, 지적도, 농업진흥지역도, 임상도, 산림이용기분도, 녹지자연도, 현존식생도, 등고선도, 수계도
3	자연보호지정현황도, 개발제한구역도, 군사시설보호구역도, 문화재보호구역도, 상수원시설보호구역도, 자연생태계보전지역도, 농업보호구역도, 초지조성지구도, 협오시설분포도, 오염저감농구분도, 제해위험구역도

이런 일련의 과정을 통해 수치지도에 대한 사용자의 요구사항과 요구정도를 파악하는 것은 수치지도의 제작에 앞서 철저하게 이루어져야 한다. 이런 요구사항을 밝히지 않고서는 제작된 수치지도의 유용성을 보장할 수 없기 때문이다.

표 3.4 기본도의 유형 및 활용 가능성¹¹⁾

데이터 유형	활 용 도
표고기본도 (0.5m정확도)	<ul style="list-style-type: none"> • 사회간접자본 구축의 세부계획 • 개략설계 • 시각화 • 정사영상 • 2D자료에 3D자료합성 • 수문학적 모형화 • 배관계획
지하시설물도	• 민원일회처리시스템
행정경계선	• 사회경제적 계획등에 참조
지적도	• 토지소유권에 대한 참조
좌표화된 주소데이터	<ul style="list-style-type: none"> • 시장분석 • 경로지정 • 자료간연계
도로중심선	• 교통부문의 활용
정사영상	• 기존자료의 보완
래스터지도	• 기존자료의 보완
토지이용현황도	• 환경계획

3.3 군사용 수치지도의 정확도 평가행렬

군사분야에서 수치지도를 이용하여 해결하고자 하는 업무는 모두 53가지가 있으며, 이를 위해 군사지도를 이용하여 실행시킬 수 있는 기능은 모두 92가지이다(표3.5 참조).

예를 들어, 표적의 우선 순위를 결정하는 업무를 실행하기 위해서는 투명도관리기능, 군대부호 관리기능, 운송환경지원기능, 업무지원기능, 지형분석기능, 사용자편의성기능, 지도도시기능, 그리고 상황도관리기능 등에서 필요한 세부기능을 추출하여 사용하여야 한다.

위에서 살펴본 군사지도를 이용한 기능 중에서 지형 분석기능과 관련된 기능에 초점을 맞추어, 연구를 진행하고자 한다.

군사용 수치지도를 구성하고 있는 자료는 표3.6과 같다.

표 3.5 수치지도를 이용한 업무와 기능

업 무		기 능	
(4대분류 53소분류)		(8대분류 92소분류)	
정보/전자전 체계	전장지역평가	:	:
	기상분석	:	:
	적능력평가	:	관측,사계,온폐,업폐분석
:	:	지형분	기동로분석
:	:	식기능	접단로분석
:	:	:	:

기능 (93)	업무지원 기능(7)							사용자편의 성기능(5)				

임무(53)
표적의 우선순위결정	...	6	...	...	...	...	...	5	...	...	...	...
전장지역평가	...	4	...	...	...	...	...	5	...	...	...	...
부대이동계획작성	...	2	...	...	...	...	...	5	...	...	...	...
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

표 3.6 군사용 수치지도의 구성자료

구 분	특 성
육도	-graphic feature에 중점을 둔 지도 -분석을 위한 기능 보다는 도시를 위한 기능에 사용
지형 분석도	-graphic feature와 속성을 모두 지니고 있음 -지형분석을 위해서 필수불가결한 요소
병참선 대장	-접자료로 속성만을 지니고 있음 -다리의 경우 다리의 폭, 통과하중 등의 대장자료 -위상관계 등에 관해서는 의미가 없는 속성 자료
고도자료	-임의의 위치에 대한 표고자료(DEM)
해저수심 자료	-해수면으로 부터의 깊이가 수록된 자료
기상자료	-지역의 기상과 관련된 자료 -온도, 습도, 풍향, 풍속 등의 자료 -자료의 갱신이 매우 중요한 의미

3.3.1 평가행렬의 가중치 결정

평가행렬의 가중치 결정은 수치지도의 품질을 결정하기 위한 가장 기본적인 것이다. 본 연구에서는 이를 위해 가중치 결정을 3단계로 하였다. 먼저 기능의 가중치를 결정하고, 그것에 의해 항목의 가중치를 결정한 후, 더 세부적으로 항목의 정확도 요소별 가중치를 결정하였다. 이하에서는 이 3가지의 가중치 결정에 대한 것을 살펴보기로 하겠다.

1) 각 기능의 가중치 결정

각 기능이 가지고 있는 가중치를 결정하기 위하여 관련 업무수에 의한 방법과 경험적인 방법을 사용하였다.

(1) 관련업무수에 의한 가중치:분석대상으로 하고 있는 기능에 대한 각 관련업무수는 표3.7과 같다. 이에 대한 전체 관련업무수의 비율을 표3.7에서 업무 가중치라 한다.

(2) 경험적 가중치: 7년 동안 군사지도의 제작과 관련하여 업계에 근무한 사람의 판단으로 각 기능의 가중치를 결정하였다. 이를 표3.7에서 경험가중치라 한다.

표 3.7 각 기능의 가중치

관련기능	관 련 업 무 수					업무 수	가중치	경험
	전차(12)	기동(19)	수색(11)	지형(11)	관측(53)			
표본등지점비 탐지능력도 (1)	7	13	9	0	29	0.057	0.1	0.011
레이다 표적 범위도 (2)	4	12	9	0	25	0.049	0.1	0.011
차량탐지능력도 (3)	3	3	0	0	6	0.012	0.1	0.011
관측,사계,온폐,업폐분석 (4)	4	11	3	5	29	0.057	0.9	0.097
기동로분석 (5)	5	9	3	10	37	0.063	0.8	0.086
접단로분석 (6)	5	9	3	10	27	0.053	1	0.108
항공지형상실시물여이선 (7)	4	6	3	2	15	0.029	0.1	0.011
도호망, 교량, 타일분석 (8)	7	10	3	3	28	0.055	0.5	0.054
전해물분석 (9)	9	11	3	10	38	0.075	0.9	0.097
지표형태 및 도시분석 (10)	9	13	9	5	36	0.071	0.5	0.054
불기약핵지대분석 (11)	5	5	0	10	20	0.039	0.4	0.043
비행장분석 (12)	8	4	0	10	22	0.043	0.2	0.022
항만분석 (13)	8	4	0	10	22	0.043	0.2	0.022
통신기능지역 (14)	7	10	9	11	37	0.073	0.6	0.065
피아포병 객사해기 사계능력 분석(15)	6	12	9	2	29	0.057	0.2	0.022
상륙지형분석 (16)	8	5	0	9	22	0.043	0.2	0.022
해저지형분석 (17)	6	3	0	4	13	0.025	0.1	0.011
도해지형분석 (18)	8	5	0	9	22	0.043	0.7	0.075
아저기동분석 (19)	8	7	0	9	24	0.047	0.9	0.097
이동속도분석 (20)	8	7	9	10	34	0.067	0.8	0.086
합계					510	1	9.3	1

2) 수치지도 항목의 가중치 결정

첫 번째 방법은 각 기능의 가중치가 결정되었으면, 각 기능을 수행하기 위해 필요한 레이어의 가중치를 결정하여야 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 두가지 방법을 사용하였다. 기능에 부여된 가중치를 관련 레이어의 수로 나누는 균등분할 가중치에 의한 것이고, 두 번째 방법은 이를 평활화하는 것이다.

(1) 균등분할 가중치에 의한 방법

가중치를 주는 방법을 세가지로 하였다. 표3.8은 경험가중치만을, 표3.9는 업무가중치만을 고려하였고,

표3.10은 경험가중치와 업무가중치의 무게를 1:1로 동등하게 준 것이다. 또한 경험가중치와 업무가중치의 무게 비율을 서로 다르게 하여 표를 만들어 보았으나, 결과는 표3.10과 거의 같았다(표3.8부터 3.14까지의 모든 값은 원래 가중치의 값이 소수이하 자리가 많으므로 1000을 곱하였다).

(2) 평활화 가중치에 의한 방법

(1)에서는 기능의 가중치만을 고려하여 전체 데이터베이스 레이어에 일률적으로 가중치를 부여하였다. 그러나, 이 경우 일정한 기능을 수행하기 위해 필요한 레이어는 같은 가중치를 갖는 단점이 생긴다. 이를 해소하기 위하여 이러한 가정을 세울 수 있다.

가정: 시스템은 레이어들로 구성되어 있으므로, 각각의 레이어에 부여된 가중치를 고려하면 일정한 기능에 대해서 필요한 레이어에 부여되는 가중치에 변화를 줄 수 있고, 이렇게 부여된 가중치는 균등하게 부여된 가중치보다 시스템에서 레이어가 가지는 중요도를 더 잘나타낼 수 있다.

평활화된 가중치를 부여하는 방법은 그림 3.1 과 같다.

기능	항목	...	i	j	...	계

균 등 분 할	m	...	a_{mi}	a_{mj}	...	$a_{m\cdot}$
	n	...	a_{ni}	a_{nj}	...	$a_{n\cdot}$

	계	...	$a_{\cdot i}$	$a_{\cdot j}$	...	...
평 활 화	...	...	...	...	...	...
	m	...	A_{mi}	A_{mj}	...	$A_{m\cdot}$
	n	...	A_{ni}	A_{nj}	...	$A_{n\cdot}$

계	...	$A_{\cdot i}$	$A_{\cdot j}$	...	...

$$A_{mi} = a_{m\cdot} \times \frac{a_{\cdot i}}{\sum a_{\cdot \sigma}}$$

(단 $a_{\cdot \sigma}$ 는 $a_{m\sigma} \neq 0$ 일때만 존재)

그림3.1 평활화 방법

이 방법에 의하여 위의 표3.8, 표3.9, 그리고 표3.10은 표3.11, 표3.12, 그리고 표3.13과 같이 바뀐다. 또한 업무가중치와 경험가중치의 비율을 다르게 하여 평활화하는 방법은 표3.13과 거의 같았다.

3) 각 방법에 의한 가중치 비교

지금까지 위에서 살펴본 6가지의 가중치를 결정하는 방법에 대한 비교가 표3.14에 나타나 있다. 군사용 수치지도를 이루는 30가지 자료 중 가중치가 높은 20가지에 대해 표를 작성하였다. 표3.14에서는 수송, 색생 등이 육도, 지형분석도, 병참선대장 등에 중복되어 나타나므로 각각에 고유번호를 부여하였다.

그런후 6가지 방법에 의해 주어진 가중치를 크기순으로 정렬하여 가중치가 가장 작은 것에서부터 나타내었다. 그 결과 어느 방법에서나 가중치의 순서에 큰 변화는 없었다(3순위이내).

그러나, 평활화에 의한 방법은 균등분할에 의한 방법보다 가중치의 비율이 높은 레이어에 대해서는 더욱 가중치를 높히는 결과를 나타내었다.

즉, 평활화에 의한 방법은 균등분할에 의한 방법에 비해, 순위의 변화가 있지는 않지만, 중요레이어의 가중치를 높히는 결과를 나타내고 있다. 그러므로, 평활화에 의한 가중치 부여방법은 적용가능성이 있는 것이다. 그리고 6가지 방법에서 중요한 레이어로 나타나는 것은 대체로 지형분석도의 식생, 장애물, 토질, 경사도, 고도자료, 그리고 육도의 수송이었다.

4) 레이어의 정확도 요소별 가중치 결정

이렇게 레이어의 가중치가 결정이 되면 수치지도의 평가를 위한 평가요소별 가중치를 생각할 수 있다. 레이어의 가중치는 레이어의 정확도 평가요소별 가중치의 합이므로 아래의 그림 3.2과 같이 상세하게 생각할 수 있다.

표 3.14. 가중치 부여방법의 비교((평)은 평활화 가중치를 나타냄)

방법	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
경험가중치	8.2	8.4	8.7	10.8	15.1	15.6	29.0	35.6	37.0	37.0	43.2	55.7	62.9	66.2	69.6	72.6	90.4	90.6	97.2	97.6
	식생 / 9	배지 / 2.9	상목지점 / 2.5	방만 / 2.7	비행장 / 2.6	주거 / 6	산림 / 4	도심 / 도하 / 2.4	교량 / 1.8	터널 / 1.9	기상 / 3.0	수송 / 1.4	장애물 / 2.3	배수 / 1.7	경사도 / 1.3	포장 / 1.1	고도 / 1.2	고도 / 2.8	식생 / 1.5	장애물 / 1.0
경험(평)	11.0	11.0	18.9	21.1	21.6	23.0	25.5	25.6	25.6	25.8	37.9	45.1	55.4	66.1	69.5	74.6	81.8	82.7	120.1	123.3
	통신 / 전역 / 8	식생 / 9	배지 / 2.9	도심 / 도하 / 2.4	방만 / 2.7	주거 / 6	비행장 / 2.6	산림 / 4	교량 / 1.8	터널 / 1.9	기상 / 3.0	수송 / 1.4	장애물 / 2.3	배수 / 1.7	경사도 / 1.1	포장 / 1.2	수송 / 7	장애물 / 1.0	고도 / 2.8	식생 / 1.5
업무가중치	9.6	9.6	13.7	16.2	19.3	20.3	27.3	28.4	31.3	31.3	40.5	50.4	59.5	62.5	69.1	74.0	82.5	90.2	105.3	111.7
	통신 / 전역 / 8	식생 / 9	배지 / 2.9	방만 / 2.7	주거 / 6	비행장 / 2.6	산림 / 4	도심 / 도하 / 2.4	교량 / 1.8	터널 / 1.9	기상 / 3.0	수송 / 1.4	장애물 / 2.3	배수 / 1.7	경사도 / 1.1	포장 / 7	수송 / 1.2	장애물 / 1.0	고도 / 2.8	식생 / 1.5
업무(평)	1.5	1.5	1.7	3.0	4.7	5.0	15.6	18.8	23.4	23.4	30.1	47.8	65.1	71.2	79.5	85.8	117.6	121.1	135.7	140.8
	통신 / 전역 / 8	식생 / 9	배지 / 2.9	방만 / 2.7	주거 / 6	비행장 / 2.6	산림 / 4	도심 / 도하 / 2.4	교량 / 1.8	터널 / 1.9	기상 / 3.0	수송 / 1.4	장애물 / 2.3	배수 / 1.7	경사도 / 1.1	포장 / 7	수송 / 1.2	고도 / 2.8	식생 / 1.5	장애물 / 1.0
경험업무가	2.7	2.7	6.9	8.3	9.0	9.7	11.9	12.1	12.1	12.7	22.2	32.8	45.7	59.6	67.2	81.2	102.1	125.2	179.5	190.3
	통신 / 전역 / 8	식생 / 9	도심 / 도하 / 2.4	배지 / 2.9	방만 / 2.7	주거 / 6	비행장 / 2.6	도심 / 도하 / 2.4	교량 / 1.8	터널 / 1.9	기상 / 3.0	수송 / 1.4	장애물 / 2.3	배수 / 1.7	경사도 / 1.1	포장 / 1.2	수송 / 1.0	수송 / 7	고도 / 2.8	식생 / 1.5
경험업무(	2.2	2.2	5.2	6.3	7.6	8.9	10.7	13.7	15.9	15.9	25.1	38.3	54.7	61.2	72.3	94.5	108.7	116.7	160.3	173.6
	통신 / 전역 / 8	식생 / 9	배지 / 2.9	방만 / 2.7	주거 / 6	비행장 / 2.6	도심 / 도하 / 2.4	산림 / 4	교량 / 1.8	터널 / 1.9	기상 / 3.0	수송 / 1.4	장애물 / 2.3	배수 / 1.7	경사도 / 1.1	포장 / 1.2	수송 / 7	장애물 / 1.0	고도 / 2.8	식생 / 1.5

예를 들어, 접근로분석 기능을 위해 필요로 하는 레이어 중 지형분석도의 식생, 병참선 대장의 장애물, 그리고 고도자료 만을 고려하는 경우를 살펴보면 다음과 같다(그림3.2, 표3.15 참조). 예에서의 가중치는 경험과 업무가중치를 모두 고려한 뒤 평활화시킨 가중치(표3.14 참조)를 사용하였다.

표 3.15 접근로분석의 항목별 가중치의 백분율(W:가중치)

기능	...	식생 (지형분석도)				장애물 (병참선대장)				고도자료				...			
	...	W:0.011				W:0.005				W:0.01				...			
	...	위	속	논	완	시	위	속	논	완	시	위	속	논	완	시	...
접근로 분석 W:0.08	...	20	40	10	20	10	10	60	20	10	80	10	10		

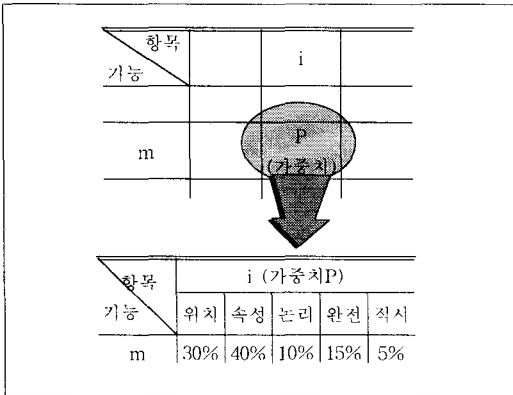


그림3.2 항목의 정확도 요소별 가중치

표3.15의 백분율은 수치지도의 제작자가 결정하는 것이 아니라 사용자가 결정하는 것이다. 즉, 해당 업무를 관장하는 사람만이 레이어의 정확도 요소별 가중치를 결정할 수 있다. 그러므로, 수치지도는 사용자 측면을 고려하지 않고서는 정확도를 언급하기가 쉽지 않다. 즉, 수치지도의 사용자는 능동적이어야 한다.

34 등급분류의 방법론

수치지도의 등급을 분류한다고 하는 것은 대부분

사용자와 제작자가 합의한 것에 얼마나 일치하는가를 나타내는 것이다. 즉, 계약에서 정확도의 기준을 강화하려고 한다면, 그것은 비용의 증대를 수반하게 된다. 위치정확도와 비용의 함수관계를 예로 들어보면, 비용은 위치정확도와 기하급수적인 관계가 있다. 그러므로, 정확도를 기준으로 수치지도의 등급을 분류하는 것은 비용의 문제가 고려되는 한, 계약상의 정확도 기준에 얼마나 적합한지를 결정하는 것이라 할 수 있다.

지금까지 살펴 본 수치지도의 정확도 요소 5가지를 고려하여 수치지도의 등급을 결정하기 위한 방법을 다음과 같다.

먼저, 레이어의 가중치와 레이어의 정확도 요소별 가중치를 결정한다. 즉, 기능에 따라 레이어가 가지는 가중치와 정확도 요소별 가중치를 모두 합하여 전체 시스템에서 레이어가 가지는 가중치와 레이어의 정확도 요소별 가중치를 결정한다. 이 방법은 4.2에서 상세히 연구되었다.

둘째, 등급분류는 각 정확도 요소별 기준을 설정한 후, 정확도 요소마다 점수를 부여하여 그 점수의 합을 계산한 후, 계산된 점수를 기준으로 하여 실행한다.

정확도를 점수화하는 것은 다음과 같은 방법에 따른다.

첫번째, 위치정확도는 표본평균에 대한 검사를 통과한 것에 한하여 표준편차에 대한 검사를 시행하여, RMSE로 측정된 후 점수를 부여한다.

두번째, 속성정확도, 논리적 일관성, 데이터베이스의 완전성, 그리고 적시성에 대한 검사는 허용오차를 계산하여 이를 근거로 점수를 부여한다.

그런데, 위의 검사는 검사를 수행할 사상에 따라 점수를 차등화할 필요가 있다. 예를 들면, 4차선 도로와 골목길을 같은 단위로 하여 검사할 수는 없다. 골목길이 정확하게 입력되었을 때, 그 정확도 점수를 1이라고 하면, 4차선 도로가 정확하게 입력되었을 경우 그 정확도 점수는 10이 될 수 있다. 또한, 단독주택과 빌딩의 경우도 위의 경우가 적용되어야 할 것이다.

이러한 것을 나타내기 위해 영국 OS(Ordnance

Survey)의 Housing Unit와 같이 지형지물계수를 설정할 필요가 있다. 국립지리원 등의 기관이나 단체에 의해 점사상, 선사상, 그리고 면사상에 대하여 각기 다른 방식으로 지형지물계수가 설정되어야 정확도 요소별 점수를 부여할 수 있기 때문이다.

4. 결론 및 향후연구과제

본 연구의 목적은 사용자 측면을 고려한 정확도 인자를 고려하여 수치지도의 등급을 분류하는 것이다. 본 연구는 연구의 성격상 수치지도의 등급을 분류하는 기준이 주관적이라는 단점이 있다. 그러나, 우리나라에서 수치지도의 등급을 분류하려는 연구가 아직까지 미흡했다는 점을 감안할 때, 본 연구는 실험적이고 선연적인 의미를 지닌다고 할 수 있다. 본 연구의 성과는 다음과 같다.

첫째, 정확도 평가에서 사용자의 관점을 중시하였다. 즉, 기존의 종이지도 사용시 수동적이었던 사용자의 역할이 수치지도의 사용할 때에는 능동적으로 바뀌어야 한다는 점을 강조했다. 왜냐하면, 수치지도의 정확도에 대한 평가는 사용자가 내릴 수밖에 없기 때문이다.

둘째, 수치지도를 구성하는 각 레이어의 가중치를 결정함에 있어, 수치지도의 기능을 고려하는 방안을 강구하였다. 지금까지는 레이어에 대한 가중치의 결정을 주관적인 판단에 근거하였으나, 본 연구에서는 수치지도를 이용하여 추구하고자 하는 목표의 구성요소인 기능에 근거하여 레이어의 가중치를 결정하였다. 기능의 가중치를 업무관련도와 경험적인 판단에 의해 비교한 결과 가중치나 가중치 순서는 별 차이가 없었다. 그러나, 평활화 방법과 균등분할 방법에 의한 가중치를 비교한 결과 양자의 가중치 순서는 차이가 미미했지만, 가중치는 차이가 많았다.

셋째, 수치지도 레이어에 부여된 가중치를 레이어의 정확도를 구성하는 인자에 따라 재분배하는 방법론을 제시하였다. 즉, 레이어에 따라 수치지도의 품질을 결정하는 정확도 인자의 가중치가 다르게 배정되어야 한다는 점을 지적하고 있다.

향후에는 수치지도의 사용자 측면을 중시하는 것을 전제로 하고, 세분화된 레이어의 정확도 구성요소를 대한 평가기준을 더욱 가시화하여 수치지도의 등급분류 기준을 설정하고자 한다.

참 고 문 헌

- 1) 서울시정개발연구원, 1993, 서울시 지리정보시스템 구축에 관한 연구(I), p. 16.
- 2) 한국전산원, 1996, GIS 기술동향 및 표준화 발전 방안에 관한 연구, pp. 3-4.
- 3) Howard Veregin, Peter Hargitai, 1995, "An evaluation matrix for geographic data quality", Elements of Spatial Data Quality, Pergamon, pp. 167-188.
- 4) 국립지리원, 1997, 수치지도 관리 및 개선을 위한 연구, p. 289.
- 5) 유복모, 권현, 표명영, 1995, "지형공간정보체계를 위한 수치지도의 정확도 평가 및 검증", 한국지형공간정보학회논문집, 제3권, 제1호, pp. 123-137.
- 6) Michael E. Ginevan, 1979, "Testing Land-Use Map Accuracy:Another Look", PE & RS, Vol. 45, No. 10, pp. 1371-1377.
- 7) 국토개발연구원, 1997, 수치지도정확도 향상방안 연구, p. 87.
- 8) 이태식,이교선,조영준, 1994, "한국의 사회기반시설물 GIS 구축방안", 한국GIS학회지, 제2권,제1호, p. 33.
- 9) 서울시정개발연구원, 1993, 서울시 지리정보시스템 구축에 관한 연구(I), p. 135.
- 10) 김영표, 조운숙, 1997, "공통주제도의 수치지도제작사업 추진방안에 대한 연구", 한국GIS학회지, 제5권, 제1호, p. 47.
- 11) 국립지리원, 1997, 수치지도 관리 및 개선을 위한 연구, p. 40.