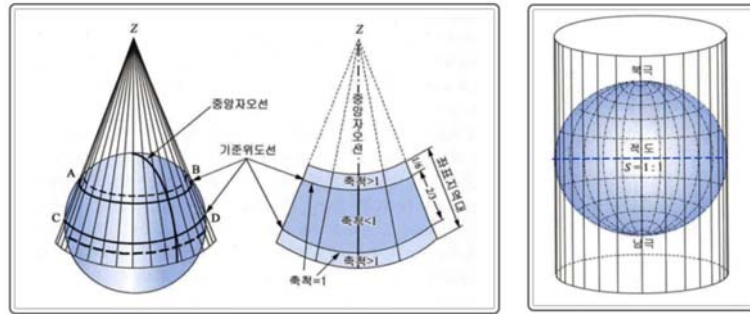


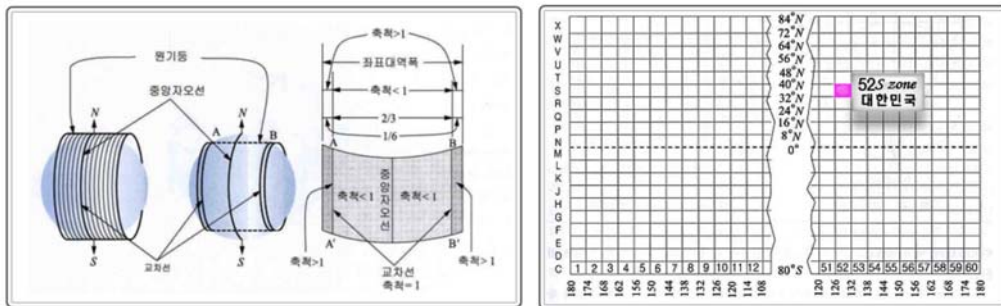
공간정보공학입문 2007 중간고사 모범답안

1. 각 투영에 대한 설명은 아래와 같다.



(1) Lambert의 원뿔 투영

(2) Mercator의 원기둥 투영



(3) TM 투영

(4) UTM 좌표계 지역번호(투영형태는 그림 2.16참고)

1) Lambert의 원뿔 투영

- 지구 회전타원체를 원뿔의 표면에 투영한 후 이를 절개하여 평면으로 사용하는 투영
- 투영 후 모든 자오선은 원뿔의 꼭지점에 수렴하는 직선이 되며, 위도선은 꼭지점을 중심으로 하는 동심원호가 되어 자오선과 직교함
- 동서 방향의 축척은 변동이 없으나 남북 방향은 변화가 커서 남북 방향이 좁고 동서 방향이 긴 지역에 적당한 투영

2) Mercator의 원기둥 투영

- 원기둥을 이용하여 지구를 원기둥 표면에 투영한 후 투영된 원기둥을 절개하여 평면으로 사용
- 위도가 증가할수록 축척이 점점 커져 위도 60°에서는 적도보다 2배가 되므로 널리 사용되지 않음
- 자오선은 등 간격의 수직선으로, 위도선은 이에 직각인 수평선으로 표시되지만 간격은 극으로 갈수록 넓어짐

3) TM(Transverse Mercator) 투영

- Mercator 투영에서 지구를 90° 회전시켜 중앙자오선이 원기둥면에 접하도록 하는 투영
- 지구회전체를 상사구체에 투영하고 이를 다시 원기둥 표면에 투영하는 2중 투영을 주로 사용
- 초기 축척계수는 1.0000이었으나(중앙자오선에 일치시킴), 최근에는 원기둥 표면이 투영체를 절단하는 형태로 축척계수를 변형하여 사용함
- 동서가 좁고 남북이 긴 지역에 적합함

4) UTM(입체투영)

- 위도 80°S부터 84°N까지의 지역을 6° 간격으로 TM 투영에 의해 얻어진 투영면을 총 60개의 좌표지역대로 분할하여 평면으로 사용하는 방법

- 경도 180°W~174°W 구간을 1번으로 하여 동서방향으로 6° 간격으로 60등분하고 남북방향으로 적도를 기준으로 8°씩 각각 10등분하여 전 세계를 60×20의 격자망을 형성하여 각 고유번호 부여
- 우리나라는 51S와 52S 지역대에 속함

채점기준 : 각 투영법을 이해하고 있는지를 판단하여 점수를 부여함
각 투영법마다 5점씩 부여, 3개 이상 쓰면 점수 동일, 그림 1점, 설명 4점

2. 아날로그 맵과 디지털 맵의 특징과 활용분야로 나누어 설명함

1) 아날로그 맵과 디지털 맵의 특징

- 아날로그 맵
 - + 장점 : 전원없이 손쉽게 개략적 지형 확인 가능, 전용 장치 필요 없음
 - + 단점 : 2차원 정보 수록, 축척의 신축 불가능, 업데이트 어려움, 부피가 크고 보존이 용이하지 않음
- 디지털 맵
 - + 장점 : 3차원 정보 수록, 수정 및 보완(업데이트) 용이함, 축척의 신축이 자유로움, 훼손 및 마모 없음, 다른 디지털 데이터와의 연동 가능
 - + 단점 : 전원 필요, 전용 단말기 또는 프로그램 필요함

2) 디지털 맵의 등장으로 가능해진 활용분야

- 위치 정보와의 연동 : 토폴로지를 이용한 경로분석 기능, RFID나 GPS의 위치 정보를 손쉽게 접목할 수 있어 네비게이션 분야에 활용 가능
- 디지털 데이터와의 접목 : 위성영상이나 항공사진 등을 중첩시킴으로 인해 시각적인 효과를 높이고, 3D 지형 구축이 가능해짐
- GIS로의 활용 : 인터넷 서비스와 연계된 위치정보 검색 및 추가 작성기능, 가상공간에서의 활동영역의 확대, 상권분석, 인구밀도나 부동산 가격 등의 정성적 데이터 표현 가능
- 기타 : 지하시설물 자료의 연동, 군사 작전예의 활용, 농작물 관리 등 농업에의 활용, 산림 활력도, 산림 분류 등 환경에의 활용 등

채점기준 : 특징 비교 - 5점, 응용분야 제시 - 5점
아날로그와 디지털 맵의 이해도를 기준으로 채점 수행함, 3가지 이상의 활용분야를 구체적으로 제시하였다면 5점

3. 오차전파의 곱의 경우에 해당하는 문제임

$\frac{\partial V}{\partial a} = bc, \frac{\partial V}{\partial b} = ac, \frac{\partial V}{\partial c} = ab$ 이므로, $\sigma_V = \sqrt{(b^2c^2)\sigma_a^2 + (a^2c^2)\sigma_b^2 + (a^2b^2)\sigma_c^2}$ 의 오차전파식을 적용할 수 있다.

따라서 부피에 대한 표준오차는

$$\sigma_V = \sqrt{(80^2 \times 90^2) \times 0.03^2 + (70^2 \times 90^2) \times 0.04^2 + (70^2 \times 80^2) \times 0.05^2} = 434.23m^3 \text{ (답) 이다.}$$

부피와 부피에 대한 표준오차는 $V = 504,000m^3 \pm 434.23m^3$ 형태로 나타낼 수 있다.

채점기준 : 계산과정 7점, 계산결과 3점
계산결과만 맞다면 모두 틀린 것으로 처리함

4. ① 과대(오차) ② 기계(오차) ③ 표준정규(분포) ④ 표준편차 ⑤ 분산

채점기준 : 각 단위 번호별 2점씩 부여

③ 표준정규(분포) -> ③ 정규(분포)는 오답으로 처리

5. 1) 시준오차 계산식 유도

만일 시준선이 완전한 수평이 아니고 e 만큼의 시준오차를 가졌다고 할 때, A와 B간의 표고차(Δh_{AB})는 $\Delta h_{AB} = (a_1 - d_1e) - (b_1 - d_2e)$ 식으로 계산할 수 있다.

또한, 레벨을 A와 B의 연장선 위에 있는 Q점에 세우고 측정한 A와 B간의 표고차(Δh_{AB})는 $\Delta h_{AB} = a_2 - (d_1 + d_2 + d_3)e - (b_2 - d_3e) = (a_2 - b_2) - (d_1 + d_2)e$ 가 된다.

위의 두 경우는 표고차가 동일해야 하므로,

$(a_1 - d_1e) - (b_1 - d_2e) = (a_2 - b_2) - (d_1 + d_2)e$ 의 등식이 성립한다.

따라서 시준오차는 $e = \frac{(a_2 - b_2) - (a_1 - b_1)}{2d_2}$ 에 의해 계산할 수 있다.

2) 오차 조정 방법

시준오차 식에 의해 계산된 값이 $\pm 0.00005rad$ 보다 클 경우 조정이 필요하다.

계산된 시준오차를 조정하기 위해서는 레벨을 Q에 정지한 상태에서 A에 세운 표적의 읽음값이 $a_2 - (d_1 + d_2 + d_3)e$ 가 되도록 시준선을 조정해야 한다. 실제적인 조정작업에서는 A점에 세운 표적의 눈금 값이 $a_2 - (d_1 + d_2 + d_3)e$ 가 되는 곳에 망원경의 시준선을 맞추고 기포관 조정나사를 사용하여 기포를 중앙에 오도록 하는 방법을 사용한다.

채점기준 : 시준오차식 유도: 6점, 오차 조정 방법 설명: 4점

시준오차를 $e = \frac{(a_2 - b_2) - (a_1 - b_1)}{d_1 + d_2}$ (<- d_1 과 d_2 거리를 동일하게 보고 계산한

시준오차 계산식 유도 결과)로 하여도 맞는 것으로 함

6. 기계고 야장 기입(단위는 m)

측점	후시	전시		기계고	지반고	비고
		I.P.	T.P.			
B.M.	1.75			101.75	100.00	기준점(100.00+1.75=101.75)
A		-3.15			104.90	101.75-(-3.15)=101.75+3.15=104.90
B		1.50			100.25	101.75-1.50=100.25
C	-4.20		-2.55	100.10	104.30	101.75-(-2.55)=101.75+2.55=104.30
D			4.00		96.10	100.10-4.00=96.10

비고) C 점에서 기계고 계산 : $104.30 + (-4.20) = 100.10(m)$

채점기준 : 지반고 계산 과정 : 각각 1점, 지반고 계산 결과 : 각각 1점,

전시와 후시에 값 입력 : 2점

7. 1) Galileo 프로젝트

- 유럽연합과 유럽우주국에 의해 추진되고 있는 유럽 독자적인 GNSS 계획으로 2008년 실용화 목적
- 핵심구성부분, 지역구성부분, 국부구성부분으로 나누어지며, 핵심구성부분은 우주, 지상, 사용자 부분으로 세분화되어 구성됨
- 우주부분 : 3개의 궤도면에 9대의 운영위성과 1대의 예비위성 배치, 경사각 56°, 고도 23,617km, 회전주기 14시간 22분 (지상부분과 사용자부분 설명 생략 가능)
- 신호구조 : 6개의 신호를 3개의 밴드를 통해 전송
- 서비스 종류 : Open Service, Commercial Service, Safety of Life Service, Public Regulated Service, Search and Rescue 등 5가지로 나누어 제공

2) GLONASS 위성

- 러시아 항공우주국에서 운용하는 러시아 위성(GNSS 서비스보다 위성의 용어에 더 가까움)
- 우주부분 : 3개의 궤도면에 각각 8대의 위성이 45° 간격으로 각 궤도에 배치, 고도 19,100km, 회전주기 11시간 15분
- 신호구조 : 각 위성마다 고유한 반송파인 두 개의 L 밴드 신호를 전송

3) 준천정(QZSS) 시스템

- 일본 정부기관과 민간기업간 공동협력 GNSS 서비스로서 GPS 보조수단의 항법과 이동통신, 방송 서비스를 동시에 수행하는 것을 목적으로 함
- 우주부분 : 3대의 위성으로 계획되어 있으며, 3대 중 1대의 신호는 항상 수신할 수 있도록 설계. 8자 모양의 궤도가 가장 유력
- 기타 내용 : 2009년 위성 발사를 계획하고 있으며, GPS와 Galileo 위성의 신호와 거의 흡사함

4) 북두(Beidou) 위성

- 중국에서 GPS 시장에 대항하여 수행하고 있는 GNSS 시스템
- 2000년 시험위성 발사하여 최근 5호기 위성 발사 성공, 총 35대 위성으로 전체 구성 예정

채점기준 : 각 위성항법 용어 : 각각 1점, 각 위성항법 설명 : 각각 4점

3가지 이상을 썼을 경우 각 위성항법 설명 중 가장 설명이 좋은 것으로 채점

각 항법을 운용하는 나라에 대한 언급이 있어야 하며, 우주부분 또는 신호구조 등을 언급해 주어야 함

8. ① 반송파 ② C/A(코드) ③ P(코드)

채점기준 : ① 반송파 -> 1점 ② C/A(코드) -> 2점 ③ P(코드) -> 2점 부여

반송파 -> Carrier Wave, C/A -> Coarse Acquisition, P -> Precision으로 하여도 정답으로 인정

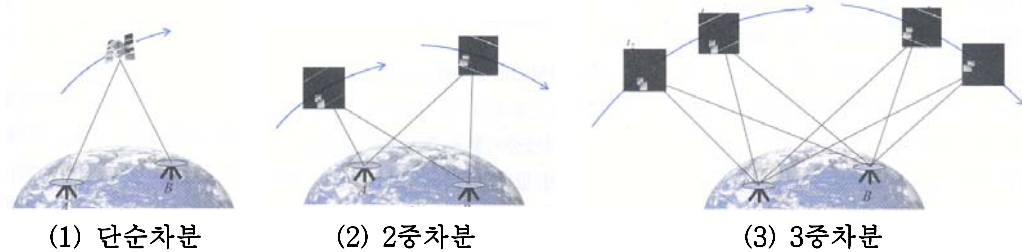
9. 차분법은 다음 세 가지 방법이 있다.

- 1) 단순차분(Single Differencing) : 두 개의 수신기에서 하나의 위성을 동시에 관측할 때 두 개의 수신기에서 수신되는 신호의 순간적인 위상차를 측정하여 그들의 차를 구하는 방법. 위성시계 편차와 전리층의 굴절오차가 제거할 수 있다.(SA를 적용한다면 SA에 의한 영향도 함께 제거된다.)

- 2) 2중차분(Double Differencing) : 하나의 위성에 대하여 단순차분을 행하고 동시에 또

다른 위성에 대하여 똑같은 단순차분을 시행한 후 두 방정식의 대수적 차이에 의하여 결정하는 방법. 위성시계와 수신시계의 편차를 제거할 수 있다.

3) 3중차분(Triple Differencing) : 2중차분을 두 번의 연속된 시간에 두 번 시행하여 그 차를 구하여 얻는 방법. 시간에 대한 오차 및 위상 변위에 대한 오차를 제거할 수 있다.



채점기준 : 용어 : 각 1점, 도해적 그림 : 각 1점, 차분법 설명 : 단순, 2중차분 1점, 3중차분 설명 2점

10. 최소제곱법에 의한 수준망 조정에 관한 문제임. 관측방정식으로 풀이하였음. 조건방정식이나 행렬식을 이용해도 됨

- 관측방정식을 구성하고 측정값 대입하여 잔차를 기준으로 식 정렬

$$B + \hat{p}_1 - A = B + p_1 + v_1 - A = 0 \Rightarrow v_1 = 88.10 - B$$

$$D + \hat{p}_2 - B = D + p_2 + v_2 - B = 0 \Rightarrow v_2 = B - D - 10.80$$

$$D + \hat{p}_3 - A = D + p_3 + v_3 - A = 0 \Rightarrow v_3 = 77.20 - D$$

$$D + \hat{p}_4 - C = D + p_4 + v_4 - C = 0 \Rightarrow v_4 = C - D - 31.90$$

$$A + \hat{p}_5 - C = A + p_5 + v_5 - C = 0 \Rightarrow v_5 = C - 109.00$$

- 최소제곱함수 구성

$$S = (88.10 - B)^2 + (B - D - 10.80)^2 + (77.20 - D)^2 + (C - D - 31.90)^2 + (C - 109.00)^2$$

- B, C, D에 대하여 편미분 후 정규방정식 생성

$$\frac{\partial S}{\partial B} = -2(88.10 - B) + 2(B - D - 10.80) = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial C} = 2(C - D - 31.90) + 2(C - 109.00) = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial D} = -2(B - D - 10.80) - 2(77.20 - D) - 2(C - D - 31.90) = 0$$

- 정규방정식을 통해 B, C, D 점에 대한 최확값(높이값) 계산

$$B = 88.05m, C = 109.05m, D = 77.20m \text{ (답)}$$

채점기준 : 답 3점, 풀이 7점, 풀이과정 부분점수 인정(최대 3점까지)
행렬식을 이용하거나 조건방정식을 이용하여 풀어도 됨