

地理情報體系와 Digital Mapping

Geographical Information System and Digital Mapping

李 啓 鶴*

Lee, Kye-Hak

I. 序 論

道路나 鐵道の 設計時 土工量의 算定은 매우 중요하며, 또한 土工量의 過多는 建設費에 큰 影響을 주므로 이것이 路線選定의 適否를 判定하는 하나의 支配的인 原因으로 인식되었다. 土工量을 求하는데는 路線의 平面線形, 縱斷線形이 定해진 곳에 地圖上에서 橫斷面을 자르고 等高線에 필요한 높이를 읽어 이것을 橫斷面으로 하여 面積을 測定하고 土工量을 算定할 수 있다.

그러나 이와같은 方法은 人力과 時間을 要하기 때문에 많은 路線에 관하여 土工量을 求하여 比較檢討하는 것은 困難하고, 이들을 能率적으로 遂行하기 위하여 컴퓨터에 의하여 計算處理 하지만 地形圖로부터 等高線의 높이를 읽음에 따라 컴퓨터에 入力데이터를 만드는 것은 能率的이지 못하다. 이 때문에 地形데이터를 얻은 것을 寫眞測量에 의하고 있으며 寫眞測量으로 하는 경우 等高線의 精度, 地形圖의 製作省略, 能率적이고 精度가 좋은점 등, 여러가지 利點이 있다.

따라서 本文에서는 地形의 數値에 의한 表現, 특히 이것을 컴퓨터에 記憶시켜 道路設計에 利用하는 方法인 數値地形모델(DTM)을 비롯해서 地球上의 諸點의 情報를 收集하는 地理情報體系(GIS) Digital Mapping 또한 오늘날 學問의 趨勢에 따라 地形空間情報體系(GSIS) 등에 대하여 論述하고자 한다.

II. 數値地形모델(DTM)

1. 數値地形모델과 地形圖

地形을 表現하는 地圖에서는 等高線을 옛부터 利用해 왔다. 地圖를 보는데 익숙해진 사람들은 等高線地圖는 아주 便利하다. 그런데 最近 컴퓨터 技術이 발전함에 따라서 地形의 處理에도 컴퓨터가 導入되어 이 때문에 地形을 數値로 表現하는 것이 必要하게 되었다. 이것에 對處해서 나온것이 數値地形모델(Digital Terrain Model : DTM) 또는 數値標高모델(Digital Elevation Model : DEM)이다.

DTM은 地形을 適當히 配置한 點(地形點)의 座標(X, Y, Z)로 表現한 것이다. DTM을 利用하여 任意的 點의 標高나 其他 幾何學的인 地形特性을 컴퓨터를 利用하여 求할 수가 있다. DTM을 만드는 데는 다음 點을 考慮할 必要가 있다. 卽,

- 1) 地形點의 配置 모양을 어떻게 할 것인가?
- 2) 地形點을 어느정도의 密度로 配置하는 것이 좋은가?
- 3) 中間의 點의 標高를 求하는데는 어떤 方法이 좋은가?

2. 地形情報의 抽出

- (1) 航空寫眞을 利用하는 경우

* 測地 및 施工技術士, 湖南大工大教授, 工博, 韓國地形空間學會副會長

地形情報을 正確하고 迅速히 抽出하는 가장 좋은 方法은 航空寫眞을 利用하는 것이다. 최근의 精密圖化機에는 座標記錄裝置가 附屬되어 있으므로 任意의 點의 座標를 容易하게 나타내게 할 수 있다.

그리고, 實體寫眞座標測定機(스테레오 콤팩트)를 利用해서 實體寫眞上에 對應하는 地點의 寫眞座標를 읽어서 컴퓨터를 使用하여 其點의 地上座標를 計算할 수 있다(解析寫眞測量)

(2) 等高線地形圖를 利用하는 경우

가장 손쉽게 三次元座標를 求함에는 地形圖를 利用하는 것이 좋다. 이 경우 어느 程度 正確한 數値모델을 만드는가에 따라서 使用하는 地形圖의 縮尺을 測定한다. 對象이 되는 地域의 地形의 複雜함에 따라서 地形點의 配置나 密度가 變한다.

3. 地形點의 配置

座標值를 取하는데 地形點을 어떻게 配置하는가는 地形의 特性, 抽出된 座標值의 處理方法, 抽出하기 위한 機械, 利用目的에 의하여 測定된다.

數値地形모델의 精度를 높이기 위해서는 될 수 있는한 密接하게 點을 취하는 것이 바람직하나 그 後의 處理作業이 많아진다. 利用目的에 충분히 適合되는 精度를, 또한 處理作業은 적게

마치도록 選擇하는 것이 좋다.

(1) 地形圖上에 mesh를 만들어 等高線으로부터 높이를 읽는 方法

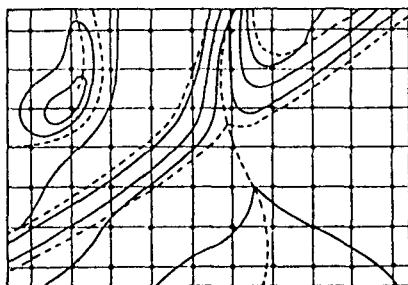
이 方法을 利用하는 경우에는 다음 點에 注意해야 한다(그림 1(a)).

1) 地形圖의 圖郭은 經緯線에서 구획되어 있고, 內容은 UTM圖法에 의하여 되어있기 때문에 座標系의 原點으로부터 東西에 멀수록 圖郭線과 座標系의 X軸과의 方向이 기울기 시작한다. 따라서, 地形圖의 圖郭線을 等分으로 分割해서 만든 mesh는 座標系에서 分割한 mesh와는 一致하지 않게 된다.

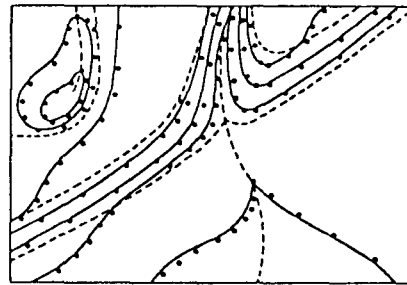
2) 地形圖의 等高線間隔은 縮尺에 따라 다르고, 또 等高線의 精度는 等高線間隔의 1/2로 되어 있기 때문에 中·小縮尺圖에서 너무 세세하게 格子를 만들어도 그 데이터에 높은 精度를 得할 수 없다.

3) 國土基本圖의 圖郭은 平面直角座標系에 의한 距離方眼이고, 圖郭線을 等分으로 分割한 mesh가 만들어진다. 等高線의 精度가 等高線間隔의 1/3로 되어 있다.

4) 地形이 複雜한 區域에서는 mesh가 크게 되면 陵線이나 谷線, 傾斜變換線 등 地形을 構成하는 重要한 點이 格子點으로부터 變位되어 正確한 地形을 表現할 수 없다. 複雜한 傾斜面에서는 三角形의 集合으로서 mesh를 作成하는 方法이 適當하게 되어 있다.



1) 格子狀으로 點을 취한다.



2) 等高線에 닿는 點을 選擇한다.

그림 1 DTM을 만드는 基本的인 點의 選擇하는 方法(線은 두드러진 傾斜變換線)

5) 格子點이 等高線에 없을 때는 서로만나는 等高線까지의 距離에 比例하도록 그 높이를 결정한다. 이 경우는 대강 目測으로 行할 程度이다.

6) 1/10,000地形圖의 圖郭에는 平面直角座標系原點으로부터 距離(Km)가 나타내어져 있기 때문에 格子를 만들때 利用할 수 있다.

(2) 等高線에 따라서 點을 선택하는 方法(그림 1(b))

等高線에 따라서 地形을 數值化하는 것은 댐의 貯水量이나 背水地域을 決定하는 경우, 등溪谷間의 地形이 重要的한 경우 등에 利用된다. 이 경우는 地形點의 平面位置가 測定의 對象이 되지만, 位置를 精確하게 읽기 위해서는 座標讀取裝置 등의 도움이 필요하다.

(3) 橫斷面에 따라서 點을 선택하는 方法(그림 2)

이것은, 地形은 橫斷面의 集合이라고 생각하고, 주로 鐵道計劃이나 道路計劃 등에서 土工量을 計算하는 것에 利用되어진다. 이와같은 作業은 結果를 컴퓨터에서 處理하고, 比較路線의 決定등에 使用하면 便利하다.

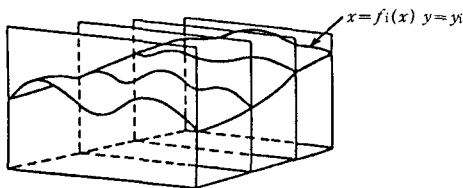


그림 2 斷面의 集合에 의한 表現

4. 數值地形모델의 利用

(1) 大規模土木工事業에의 利用

大規模인 土地造成을 할 경우, 切土와 盛土의 量을 가능한 가까운 距離로 均衡을 이루는 것이 經濟的이다. 그러나 그것만으로는 充分하지 않고, 예를들면 宅地造成의 경우 등에서는 가능

한한 南向斜面을 많게 한다든지, 그다지 급한 高개를 만들지 않는다든지, 좋은 環境을 만든다든지, 절벽 崩壞나 浸水 등의 災害에 강하게 하는 것등 여러가지 條件을 考慮해야 한다. 道路나 鐵道의 工事業에서도 마찬가지이다.

一般的으로 土工量을 求하기 위해 從來는 많은 시간과 노력이 들었으나 이것은 單純한 作業의 반복이었다. 그러나, 最近數值地形데이터를 利用하고, 컴퓨터에 의한 自動設計의 方法이 開發되고, 設計되고, 設計의 시간과 노력이 줄어들 뿐만 아니라 設計의 內容도 현저하게 向上되었다.

(2) 地形情報의 可視化(計劃, 設計의 事前評價)

地形에 관한 情報은 대단히 容易하게 直接航空寫眞으로부터 數值로서 抽出하는 것이 可能하게 되었다. 그러나 이것을 實際로 利用하는 段階에서 經驗이 없는 사람이라도 完成할 때의 상태를 보아 판단할 수 있도록 地形을 여러가지 方法으로 圖解적으로 表現하는 것이 可能하다. 이것을 計劃의 可視化(visualization)이라고 말하고 있다. 地形을 處理하는데 대단히 重要的 作業이다.

이 作業에는 컴퓨터를 中心으로 圖形表示(Graphic Display), 自動製圖機 등의 周邊裝置 등이 利用된다. 그 몇개의 應用例를 다음과 같

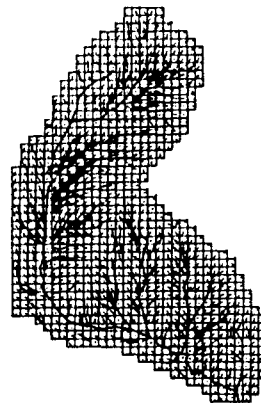


그림 3 流線圖

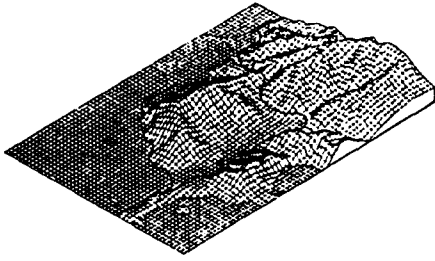


그림 4 等角投影法에 의한 地形의 表現



그림 5 人工衛星寫眞과 DTM을 사용한 山岳地帶의 鳥瞰圖

이 나타냈다.

그림 3은 自動製圖機에서 各 格子內의 最大 傾斜의 데이터를 이용하여 그린 流線圖이고, 그림 4는 地形을 等角投影圖로서 表現하고, 이로부터 시작된 建設工事의 計劃으로 利用된다. 그림 5는 LANDSAT의 映像과 地形圖로부터 얻은 標高와를 조합시켜서 高空으로부터 바라본 상태를 表現한 것이다.

일반적으로 CAD라고도 말하며, 設計나 計劃에는 없어서는 안될 手法이고, 最近 重要視되어 있는 景觀, 防災 등을 고려하는데 큰 役割을 다하게 될 것이다.

Ⅲ. 地理情報體系(GIS)와 Digital Mapping

1. GIS와 Digital Mapping의 誕生

測量이란, 地圖를 만들기 위한 作業이라고 一般적으로 理解되어 오랜 歷史를 쌓아왔다.

우리나라에서도 많은 기술인의 努力에 의해, 地圖作成의 技術은 큰 發展이 거듭되어 世界的으로 자랑할 수 있는 훌륭한 地圖가 차례차례로 만들어져 왔다.

그 代表的인 것이 國立地理院이 發行한 地形圖이다. 이들 지도에는 等高線으로 表現한 地形情報외에, 道路, 鐵道, 家屋 등의 人工的으로 만들어진 地物, 行政區劃, 土地利用 등 매우 多種多樣한 情報가 整然이 記錄되고, “地圖는 情報의 寶庫”라고 말하여질 정도로 넓은 分野에 利用되어 왔다.

그런데 最近, 그 지도에 새로운 要求가 더해왔다. 그 原動力이 된 것이 다른 分野도 그런 것처럼 컴퓨터 技術의 急速한 發展과 普及이고, 더구나 利用面에서 多樣化한 要求가 더해진 것이다.

從來, 測量의 成果는 最終的으로 地圖로서 아나로그(analog)的으로 記錄되고, 많은 分野에 利用되어 왔지만 最近에는 測量의 成果는 그대로 디지털의 形으로 記錄되고, 이것을 테마(theme)별로 分類해서 베이스화 하고, 必要에 따라 資料를 뽑아서 利用하는 컴퓨터 主導의 利用方式으로 변화해 왔다.

이에 呼應하도록, 測量이나 地圖와 깊은 關聯을 갖는 土木의 分野에서도, 그 計劃이나 設計 혹은 維持管理의 作業中에서 從來의 1/25,000 地形圖로 代表되는 汎用의 地圖만으로는 對處할 수 없는 多種의 要求를 고려해야 하는 狀況으로 되어 왔다. 예를들면, 自然環境, 生活環境, 防災, 景觀, 安全性이라는 극히 複雜한 要求를 고려한 計劃, 設計가 行해지는 것으로 되어 왔다.

이 때문에 資料를 收集함에는 既成의 地圖에 對應하는 것이 不可能하기 때문에 項目마다, 예를들면 土地利用圖, 地質圖, 植生圖라는 테마마다의 地圖(主題圖)를 利用하고, 資料를 收集하여, 이들의 情報를 화일(file)해 놓고, 이들로 부터 最適의 解를 導出해내는 시스템을 만들 필요

가 나온 것이다.

물론, 이들의 정보는 地圖情報뿐만 아니라, 더우기 社會生活에 밀착한 內容도 많게 되고, 보통 情報의 內容도 豊富하게 fresh한 것을 준비하는 것이 필요하고, 內容의 代替가 容易하게 할 수 있는 것도 큰 條件이다.

이들의 要望에 부응하기 위해 만들어낸 것이 地理情報시스템(GIS)이고, 디지털 매핑(Digital Mapping)이다.

2. Digital Mapping의 內容

(1) 地理情報시스템은 地球上의 어느 點에 있는 情報를 收集하고, 그 點의 位置와 關聯시켜 集積, 處理를 하고, 必要에 따라 表示하기 위한 하드웨어(Hard ware) 및 소프트웨어(Soft ware)를 綜合한 시스템을 말한다.

(2) 地理情報는 地表上的 位置와의 關聯으로 處理된 것이므로 地理情報를 抽出한 가장 容易한 方法은 既存의 地圖를 利用하는 것이지만, 最近 空中寫眞測量이나 遠隔推測(Remote sensing)이 重要한 供給源이 되어 있다.

GIS의 發想이 具體化된 時期가 리모트 센싱이 시작한 時期와 一致하는 것은 그 사실을 뒷받침하고 있다.

(3) 從來, 空中寫眞測量의 主目的은 地圖作成이었지만, 最近에는 地形에 있는 DTM과 똑같은 地表의 모든 地物을 三次元座標값으로서 디지털 形式으로 測定, 記錄하는 것이 可能하게 되었다. 리모트센싱 데이터는 원래 數值 데이터의 集合이다. 이들의 情報를 컴퓨터를 利用하여 基礎적인 數值情報를 構築하려고 하는 作業을 디지털 매핑이라고 규정하고 있다.

(4) 이와 같이 디지털 매핑은 새로운 地形圖作成에 使用하는 것도 가능하지만 本來는 地形圖를 作成하는 경우에 컴퓨터의 支援을 받아서 實施하는 地形圖作成과는 다른 作業이다.

즉, 디지털 매핑은 단순한 自動圖化方式이 아닌 圖化와는 전혀 다른 地理情報의 基礎化를 도모하고 應用範圍를 넓혀서 利用分野를 擴大하

려고 개발한 새로운 技術이라 불리운다.

(5) 디지털 매핑은 地圖情報의 構築을 主目的으로 하기 때문에 從來의 地形圖의 “縮尺”에 對應하는 概念으로서 「地圖情報레벨」을 導入하고 있다. 從來의 地圖의 表現情報(位置精度 및 表現分類의 상세)에 관한 情報이고, 디지털 매핑에 있는 圖郭內의 데이터의 平均的인 綜合精度를 나타내는 指標로서 利用한다.

(6) 數值地圖情報는 「地圖 데이터 베이스」를 構築하므로써 附加價値가 增大하고 各種 情報處理시스템으로 利用할 수 있도록 고려하고 있다.

3. 地理情報

地理情報는 地表上的 位置에 對應해서 주어진 情報를 말한다. 이에 대해서 地圖情報와 이미 地圖로 表示되어 있는 情報이다. 물론, 兩者는 밀접한 關係이고 地圖는 地理情報를 抽出한 重要한 媒體이기도 하다.

地理情報는 內容에서 다음과 같이 分類할 수 있다.

地理情報 { 位置情報
 { 屬性情報(土地利用, 植生, 地質 등의
 主題(theme)에 의해 分類된 情報)
 社會·經濟情報(國勢調査의 結果
 · 行政界·道路網 등)
 自然環境情報(標高·流域·地形·
 降雨量 등)

4. 地理情報시스템의 役割

(1) 地理情報를 數值化하고 컴퓨터에 入力한다. 地圖의 數值化가 가장 重要한 機能이다. 이것에는 디지털라이저(digitizer), 스캐너 등이 이용되지만, 이들의 裝置로부터 出力되는 데이터(data)는 그대로는 GIS의 data base가 되지 않기 때문에 處理하는 것이 必要하다. 이것은 今後의 課題이다.

(2) 入力된 地理情報를 data base로서 管理方法 data base는 단순한 data file은 아니고, 새로운 data의 入力, 更新, 檢索, 出力을 效果的으로 行하도록 한 data file의 集合이다.

(3) GIS의 情報의 形態的인 分類

Mesh Data 地表面을 格子狀으로 나눈 各小領域 혹은 格子點의 屬性data를 橫方向·縱方向으로 배열한 data(單位가 되는 小領域이 比較的 작고, 데이터가 1라인마다 나란히 있는 경우 Raster data라고 한다)이다. 人工衛星의 MSS data와 같이 스캐너內에서의 位置는 地表面의 位置에 對應하기 때문에 새로운 位置 data의 需要가 없다.

폴리곤(vector)데이터-地表面의 位置를 點(point), 線(vector), 面(polygon)으로 表現한 데이터이다. 點의 平面座標 데이터가 基本이 된다. 디지털라이저(digitizer)에서 얻을 수 있는 데이터는 벡터데이터로 位置데이터이다. 이 경우는 따로 屬性情報가 必要하다.

(4) 데이터 베이스에 蓄積된 地理情報의 處理-GIS에는 여러가지 處理方法이 있지만 代表的인 方法은 오버레이(Overlay)이다. 원래 많은 地圖의 綜合的인 分析을 컴퓨터에서 處理하고 원하는 데이터를 얻는 것이 重要的인 目的의 하나이고 그 手法으로서 오버레이가 重要的인 役割을 갖는 것은 當然하다.

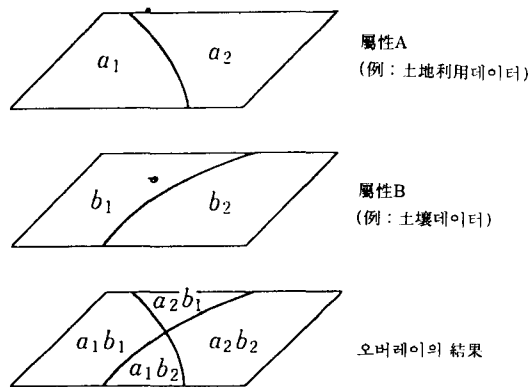


그림 6 폴리곤데이터의 오버레이

폴리곤데이터의 경우 그림 6과 같은 屬性A와 屬性B의 領域을 겹쳐놓고 새로운 A와 B를 포함한 領域을 求한다.

mesh data에서도 流域데이터와 地質데이터를 겹쳐놓은 土木工事に 適當한 領域을 選定하는 作業이 可能하고, 다시 各各의 屬性에 무게를 더해서 評價地圖를 만드는 등 그 應用範圍가 넓다.(그림 7)

IV. 地形空間情報(GSIS)

人類의 文明과 文化가 발전됨에 따라 多變해가 는 各種 情報를 迅速하게 處理하고 利用하여야 하는 現代人에게 效率的인 계획수립과 합리적인 의사결정에 필요한 다양한 情報의 綜合的이고 體系的인 管理를 위한 地形空間情報體系(Geo-Spatial Information System : GSIS)의 效用性은 情報化社會의 발달과 함께 날로 증대되고 있는 趨勢이다.

地形空間情報體系에서 地形情報(Geo-Information)는 自然地形(terrain)은 물론, 地上, 地

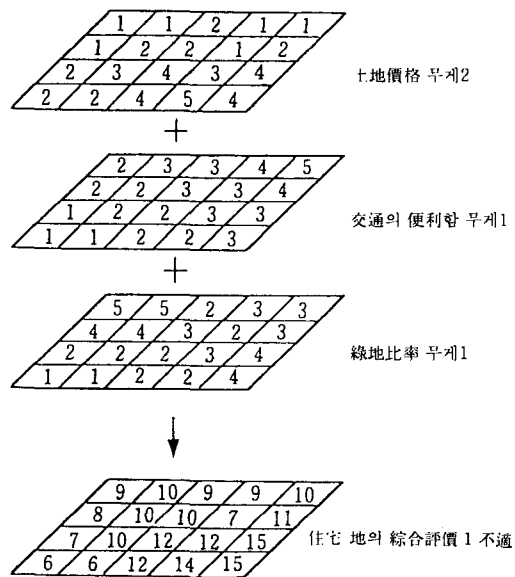


그림 7 Mesh data의 오버레이

下, 海洋, 空間 등 地球空間(earth space) 나아가서 宇宙空間까지를 包含한 諸般人間活動 領域에서 이루어지는 학술적 현상, 또는 과학적 연구 대상물의 특성 또는 분포에 대한 情報를 말하며, 空間情報(Spatial Information)는 圖面, 地圖와 같은 圖形情報(Graphic Information), 航空寫眞, 人工衛星映像, 數值映像處理 등에 의한 映像情報(Image Information), 그리고 이와 관련된 대상물의 屬性情報(Attribute Information)로 이루어지며, 位置情報(Positional Information)는 對象物간의 相互位置關係와 諸般學術的 현상의 發生領域을 다루는 情報로서 空間基準, 空間資料의 生成, 空間資料 處理, 空間分析 등의 內容을 다루는 情報이다.

현재 地形空間情報體系의 活用範圍는 土地, 資源, 都市, 環境, 建設, 交通, 農業, 海洋 및 軍事 등에 이르기까지 광범위한 分野에 걸쳐 있다. 그러므로, 이와같은 地形空間情報의 體系的이고 심도 있는 研究와 利用技法의 開發을 위해서는 地理, 土質, 地籍, 統計, 電算, 土木, 交通, 環境, 氣象, 造景, 都市, 測量, 遠隔探測 등 관련 學文分野의 綜合的인 참여가 이루어져야 한다.

따라서, 오늘날 地理情報體系(GIS), 土質情報體系(LIS), 都市情報體系(UIS), 圖面自動化 및

施設物管理(AM/FM) 등을 각기 平行적으로 研究 시행되었던 分野를 그 상호 연관성 및 의존성을 고려하여 地形空間情報體系(GSIS)로 통합 運營하는 것이 더욱 효율적이며 미래 지향적이라 할 수 있으므로 地形空間情報體系에 대한 폭 넓은 研究와 學問 및 技術발전의 기틀을 마련하고자 여기에 관심이 많은 分들의 의견을 모아 1993年 4월에 延世大學校에서 地形空間情報學會를 創立한 以來 각 分野에 걸쳐 눈부신 學術活動을 展開하고 있다. 本學會의 學術擔當部分을 보면 地理情報體系(GIS), 土質情報體系(LIS), 都市情報體系(UIS), 圖面自動化 및 施設物管理(AM/FM) 등에 관해 각각의 業務를 主管하고 있다.

또한 本學會의 規程의 常置委員會의 內容을 보면 1. 企劃委員會~5. 授賞審査委員會를 비롯해서 交通, 氣象, 都市, 遠隔探測, 資源, 造景, 地理, 地籍, 測量, 電算, 土地, 統計 그리고 環境情報委員會 등 18個 分野의 委員會를 두고 있으며 本學會의 活性化를 위하여 8個의 支部設置를 서두르고 있고 現在 會員數가 1,200余名에 達하고 있어서 앞으로 本學會의 展望이 밝고 期待하는 바가 크다고 하겠다.