Remote Sensing Data의 處理와 解析

安 哲 浩
Ahn Chul-Ho

1. 머릿말

最近 Remote Sensing이라고 하는 말을 자주 듣게 된다. 美國航空宇宙局(NASA)으로부터 쏘아올려진 人工衛星(ERTS-EARTH Resources Technology Satellite 뒤에 LANDSAT 1號로 불리워짐)으로부터 보내진 情報에 對하여 宇宙科學技術의 能力에 깊은 感銘을 받은 것은 1972年(1972. 7. 23)의 일이었다.

그後 LANDSAT(Land Satellite 陸域衛星—이것에 對하여 SEASAT-Sea Satellite가 있음) 2號(1975. 1. 22), LANDSAT 3號(1978. 3. 5)와 계속해서 現在는 LANDSAT 4號(1982. 7. 16)가 지금까지의 것들보다도 그以上의 精度를 갖고 우리들에게 많은 Data를 提供하여 주고 있다.

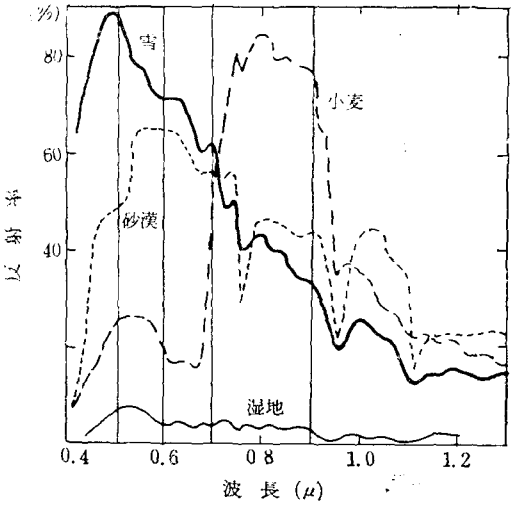
LANDSAT 1號 以來 이 10年間의 Remote Sensing은 Remote Sensing data의 利用可能性을 摸索하여 온 時代이며, 이제부터는 Remote Sensing의 一般化의 時代가 되려하고 있다. Remote Sensing은 自然現象이나 社會現象의 解明에 至大한 能力을 갖고 있음이 判明되고 있다. Remote Sensing data는 한 사람의 專門家나 一分野의 限定된 研究者만의 손에 맡겨지는 것이 아니며, 많은 分野의 사람들이, 各其 專門知識을 갖고 自由로히 討論할 수 있는 雰圍氣가 반드시 必要하다. 今後는 電氣, 電子, 制御와 같은 基礎技術의 發達과 함께, Hardware 및 Software 兩面으로부터 Remote Sensing의 有效性이 實證되어 갈 것이다. 現在로서는, 생각할 수도 없는 利用價値가 밝혀질 수도 있을 것이다.

本文은 서울대학교 공과대학 토목공학과(도시전공)에 導入되는 Remote Seusing data의 畵像解析裝置의 點檢을 兼하여 1983年 여름 筆者가 日本國의 東京理科大學 Remote Sensing 研究所에서 研究한 成果의 하나를 整理한 것이다. 韓國의 Remote Seusing 發展에 一助가 되면 多幸이겠다.

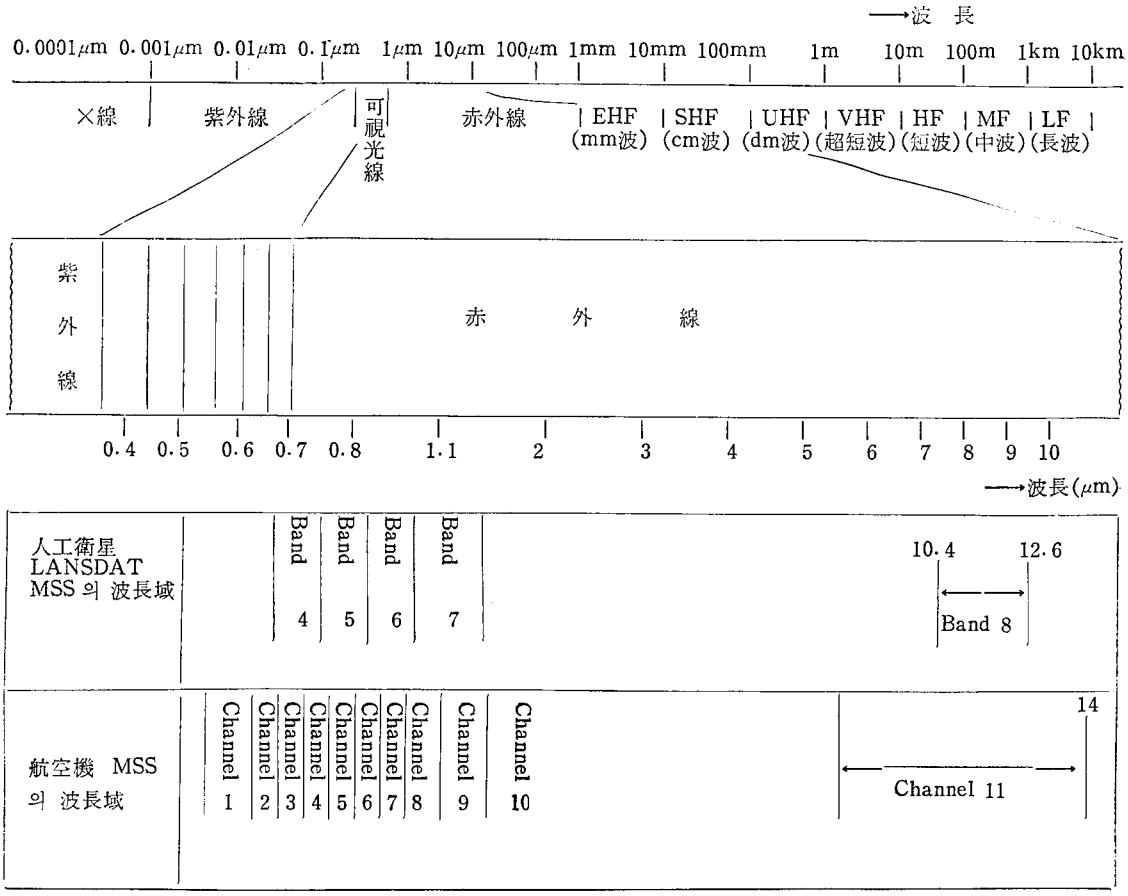
서울大學校 工科大學 敎授

2. Remote Sensing과 Remote Sensing Data

우리들 人間은 日常生活에 있어서 눈(眼)이라고 하는 Sensor를 通하여 事物을 보고 그 內容을 腦라고 하는 아주 性能이 좋은 Computer를 使用하여 無意識中에 많은 情報를 分析·評價하고, 경우에 따라서는 豫測까지도 할 수 있다.
이와 같이 人間은 아주 優秀한 Remote Sensing 機能을 갖춘 것이 된다. 그러나 人間이 보거나 듣거나 하는 能力에는 限界가 있다. 한편으로,



〔그림 1〕 物質의 相違에 의한 Spectre 反射特性의 差異



〔그림 2〕 人工衛星(LANDSAT) 및 航空機 MSS의 Spectral Band 帶

地球上에 있는 모든 物體는 太陽으로부터의 光線을 받아 各其 物體에 特有의 電磁波를 反射하고 있음이 알려졌다. 이 電磁波는 넓은 波長域에 걸치는 것으로서, 各 物體가 어떤 波長의 빛을 吸收하고 反射하는가는 物體個個의 物理的또는 化學的인 性狀에 의하여 多樣하다. 이것을 物體個個가 保有하는 Spectral 反射特性이라고 불리는 것이다.

그림 1은 代表的인 物質이 波長帶域에 의하여 나타내는 Spectral反射特性의 相違함을 나타낸 것이다.

이것에 대하여 人間의 눈은 所謂 可視領域(0.4~0.7μm)인 아주 限定된 範圍밖에 볼 수 없다.

이와같은 機能을 補完하기 위하여 人類는 人間이 感知할 수 없는 波長域도 觀測할 수 있는 MSS(Multi-Spectral Scanner)라고 하는 Sensor를 開發하여 그것에 의하여 觀測·收集한 Data를 Computer의 도움을 빌려 迅速히 處理할 수 있는 Software를 開發하여 왔다.

現在로는 이들 Sensor를 人工衛星이나 航空機에 搭載하여 地球上의 物質을 觀測한 data(觀測·收集 data; 一般으로 數値 data)를 좁은 意味로서의 Remote Sensing data라고 하는 경우가 많다. 따라서 Remote Sensing이라 함은 "各物體가 保有하는 Spectral反射特性을 利用하여 間接的으로 物體의 性狀을 調査研究하는 技術의 總稱"이라고 할 수 있다.

그림 2는 人工衛星(LANDSAT) MSS data 및 代表的인 航空機 MSS data의 波長帶域을 나타낸 것이다.

即 우리들이 比較的 容易하게 利用할 수 있는 Remote Sensing data中에서 人工衛星(LANDSAT) data는 다섯 개의 波長帶域(一般으로 4, 5, 6, 7의 4개의 Band가 利用된다.)

航空機 data는 11개의 波長帶域으로 나뉘어 觀測·收集되고 있다.

3. Remote Sensing data를 對象으로 한 畵像解析 System

수많은 基礎硏究에 더하여 최근의 Software 技術 및 Hardware 技術兩面에 있어서의 飛躍的인 進步에 힘입어 Remte Sensing data는 極히 많은 分野에서 實驗的으로 使用되어, 一部에서는 實用段階에 導入하고 있다. 短期間에 急速發展을 보인 Remote Sensing은 data의 收集, 處理의 段階에 있어 從來의 一般的인 Computer Graphics의 分野에서 取扱되는 畵像處理의 경우와는 樣相이 다르다.

Remote Sensing data는 Platform(人工衛星, 航空機等)의 相異, Sensor의 相異, 氣像條件, 飛行條件 等에 따라 많은 相異한 distortion(歪)을 內包하는 경우가 많다. 또 Sensor data 記錄裝置의 相違에 따라, 얻어지는 data의 format가 다른 경우가 많다.

Remote Sensing data를 使用하여 畵像解析을하는 경우에는 이들format나 distortion의 問題를 解決하여 놓는 것이 不可缺한 要素이다.

筆者가 硏究를 通하여 使用한 畵像解析 System은 東京理科大學 Remote Sensing硏究所에서 開發整備된 RIPS(Rica University Information Processing System for Remote sensing data)이다. RIPS를 參考로 Remote Sensing data를 對象으로 한 畵像解析 System의 特徵은 다음과 같다.

3.1 Software System

二次元의 數値情報로서 入力되는 Remote Sensing data에 對하여 畵像의 處理·解析이 容易하게 行할 수 있는 基本的인 機能을 完備하여야 함과 아울러, 그들 機能을 必要에 따라 利用者가 端末裝置로부터 對話的으로 選擇할 수 있도록 되어 있어야 한다. 또 解析中의 畵像 data를 Filemame에 의하여 쉽게 access가 可能해야 함도 重要한 要素이다.

具體的으로는

1) 畵像 data의 檢索機能
2) 畵像의 編輯機能
3) 畵像의 表示機能
4) 畵像의 强調機能
5) Graph 表示機能
6) 統計量 算出機能
7) Patern 分類(距離法, 最尤法, Cluster 分析技法 等)

機能 等이 要領있게 開發·整備되어 있어야한다. 이것이 前提條件이 된다.

畵像解析 System에 要求되는 機能을 各各 Sub-System에 나누어 그 槪要를 整理하면 다음과 같다.

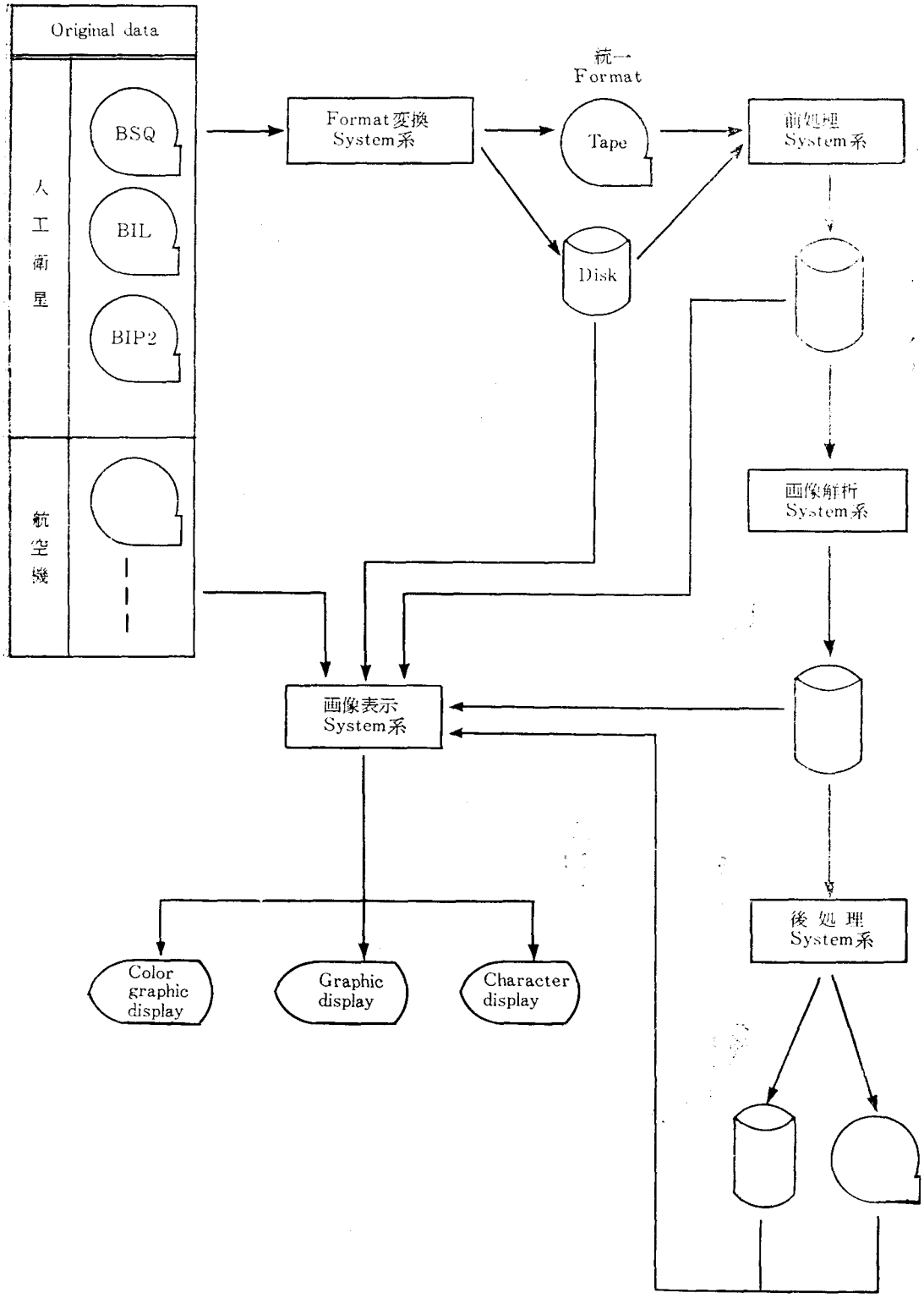
3.1.1 Format 變換 System (FCS: Format Conversion Sub-System for input data)

Remote Sensing data를 觀測收集하기 위한 Platform(Sensor의 運搬體; 航空機, 人工衛星等)에는 一般으로 人工衛星과 航空機가 使用된다. 그리고 各 Platform은 軌道나 高度가 다르며 아울러 搭載한 Sensor도 相異한 경우가 많다. 또 觀測된 data를 Computer로 處理할 수 있게 編輯한 data(CCT data : Compuetr Compatible tape data)에 關해서도 利用目的에 따라서는 CCT code가 다르다. 畵像解析用의 Software를 可能限 汎用化한 뒤에 이들 모든 data를 入力可能케 하려면, Remote Sensing data를 入手한 段階에서 data의 format을 統一(標準 CCT의 作成)시키는 것이 必要하다.

이 作業段階를 format 變換 System 系라고 부른다. 筆者가 利用한 RIPS에서는 人工衛星(LANDSAT 1~4號, NOAA, HIMAWARI 等)및 航空機(Bendix, DataLas)의 data로부터 自由로이 標準 tape가 作成될 수 있도록 整備되어 있다.

3.1.2 前處理 System(PEPS: Pre-Processing sub-System)

前處理 System은 以後의 畵像處理를 有效하게 行하기 위하여 미리 行하는 여러가지 作業이며, 畵像解析의 目的에 따라 크게 다르다. 具體的으로는 入力畵像 data가 內包하고 있는 各種 distortion에 關한 補正, 畵像 data의 抽出, 다른 Scene으로 入力된 隣接 data로부터 하나



〔그림 3〕 Soft-ware system 槪念圖

의 畵像을 作成하는 畵像의 合成等이 包含된다. (畵像의 歪補正에 대해서는 後述함)

3.1.3 畵像解析 System(IAS: Image Analytical sub-System)

人工衛星 LANDSAT나 航空機에 의하여 觀測收集된 MSS data의 解析에 있어서는 對象物의 分光特性의 相違함을 利用한 統計的인 Patern 認識의 手法을 應用하여 畵像을 分類하거나, 畵像이 가지는 特徵을 抽出하는 일들이 잘 행해진다. 이 경우의 方法에는 敎師(Supervisor) 있는 分類와 敎師없는 分類의 두 가지이며, 一般으로는 back-data의 有無에 의하여 그 使用方法이 달라진다.

Sensor에 의하여 檢知된 畵像 data와 對應하는 地物과의 對應關係를 Ground Truth (水域을 對象으로 하는 경우 Sea-truth라고 하기도 한다)라고 한다. 敎師있는 分類(Sugservised Classification)는 ground-truth data가 있는 경우 즉 對象의 分光特性이 알려져 있는 경우든지, 分光特性을 알 수 없어도 對象으로 하는 地物이 무엇인지 알 수 있는 경우에 利用된다. 이 方法은 ground-truth data를 使用함으로서 어떤 未知의 畵像 data가 確率統計的으로 어느 Class에 屬하는가를 判定하여 分類하는 것이다. 이것에 對하여 敎師없는 分類(Un-Supervised Classification)는 ground-truth data가 없는 경우 즉 對象物의 分光特性이나 對象으로하는 地物이 무엇인지 不明한 경우에 利用된다. 이 方法은 MSS 畵像 data의 分光的特徵만을 利用하여 同質이라고 믿어지는 Class로 分類시켜 나가는 方法이다. 一般으로 Cluster 解析이 行하여진다. RIPS에서는 7種類의 Cluster 解析法이 準備되어 있다. 解析의 對象과 精度에 따라 그 方法을 달리한다.

3.1.4 後處理 System(PTPS: Post-Processing sub-System)

後處理 System은 畵像解析 System에 의하여 目的에 適合한 畵像의 解析이 行하여진 後 얻어진 畵像 data를 整理하여 다음 表示 System에 보내주는 作業段階이다. 前處理 System이나 畵像解析 System과 같이 畵像解析의 對象이나 目的에 따라 다르다. 또 表示 System에서 使用되는 機器에 의하여서는 다르다. 表示機器로서는 一般으로 Color Display 裝置(Color Display Device), Photo-Printer, X-Y Plotter 等이 使用된다

3.1.5 畵像表示System(IDS: Image Display sub-System)

Remote Sensing data는 一般으로 data의 入力부터 前處理 畵像解析 後處理라고하는 各作業段階에 있어서 數値 data로서 取扱된다. 數値 data는 computer 處理에는 適合하나 畵像解析의 本質인 man-machine Communication을 위한 媒體로서는 그리 좋은 表現形態는 아니다. Computer로서 解析된 中間結果를 視覺的으로 評價하여 再次 Computer에 命令을 feed-back 하거나, 畵像解析의 結果를 analog 表示함으로서 解析結果의 特徵을 强調하기 위한 機能은 꼭 必要하다. 이와같은 目的으로 準備된 것이 畵像表示 System이며, 後處理가 끝난 畵像情報를 視覺化하기 위한 것뿐만 아니라 入力된 畵像이나 前處理가 끝난 畵像 혹은 畵像解析의 中間結果를 check, 評價할 수 있도록 어디에서라도 approach 할 수 있도록 함이 重要하다.

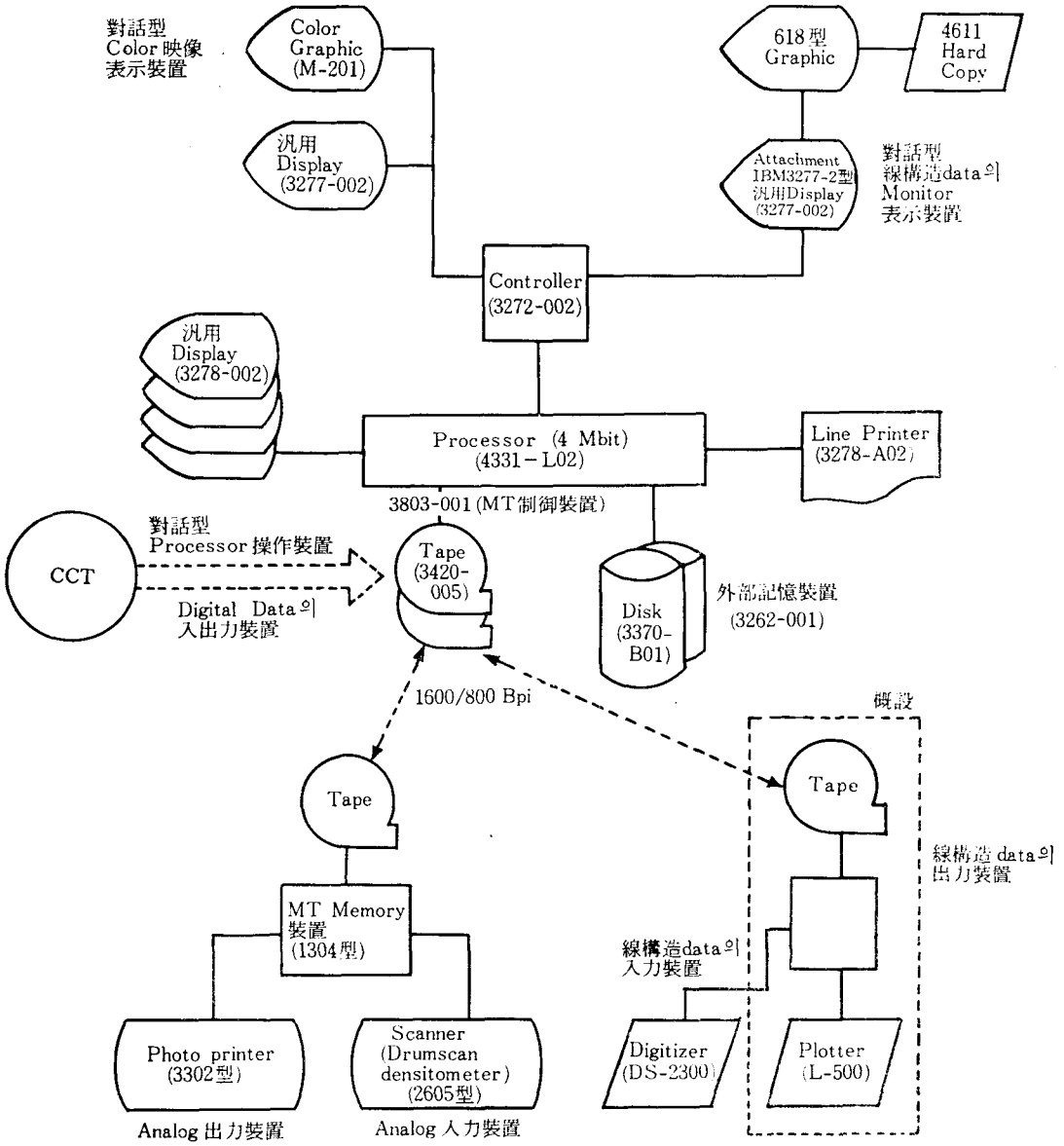
以上 5種類의 Sub-system을 模式的으로 表示하면 그림 3과 같다.

3.2 Hard-ware System

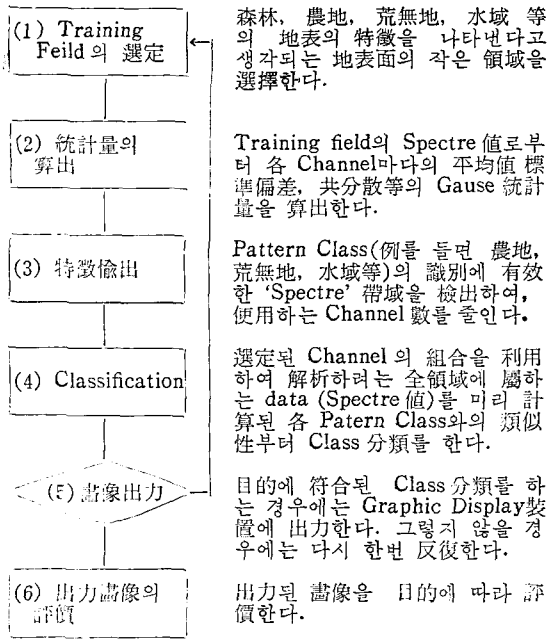
Remote Sensing data의 畵像解析을 함에 있어 解析對象의 範圍(Area)와 解析目的이 決定되면 그 對象範圍와 解析目的을 滿足시키기 위하여 畵像 data를 選擇·決定할 必要가 있다. 畵像 data로서는 platform이나 scanner의 相異한 多種類의 data 또는 季節의 다른 複數의 data가 存在함은 前述한 바이다. 이들 많은 data 中에서 目的에 適合한 data를 檢索하여 抽出하기 위하여 data의 內容을 display 裝置上에 表示함과 아울러, 統計的으로 data의 特性을 把握할 수 있게 하는 것이 重要하다. 이것들에 data의 補正處理나 解析處理(後述함)의 前後에 있어서도 解析對象 data에 關하여

a) 位置의 確認 b) 畵質의 確認 c) Band의 畵素値의 最大値, 最小値의 確認 d) 畵素 data의 Histogram의 表示 등을 손쉬좋게 短時間으로 더

우기 會話 mode가 될 수 있게끔 하는 것도 매우 重要한 것이다. 利用者는 Character display 裝置와 Color display裝置를 앞에 놓고 會話 mode로 操作을 하여, 畵像 data의 特性把握과 畵像의 評價를 할 수 있으면 아주 便利하다. 畵像解析에 있어서 畵像 data는 磁氣 tape 上 또는 disk上의 어느 것에도 記憶시켜 놓을 수 있고 아울러 必要에 따라 photo-printer를 通하여 Color 또는 黑白의 Posi/Nega film에 出力시킬 수 있는 機能이 要求된다. RIPS에는 上記한 各機能이 完備되어 있을뿐 아니라 Remote Sensing data의 有效利用을 考慮하여 非畵像 data(Grap-



〔그림 5〕 MSS data의 解析順序



〔그림 4〕 Hard ware 構成

hics data나 table data)의 效果的인 取扱을 할 수 있는 機能도 附加되어 있다. 그림-4에 *RIPS*의 Hard-ware 構成을 表示하였다. 여기에 表示된 Hardware 構成은 現在 日本에 있어서의 Remote Sensing data를 取扱하고 있는 많은 硏究機關中에서도 가장 完備된 것중의 하나이다.

4. Remote Sensing data

Remote Sensing data의 解析順序는 data의 入力부터 解析結果의 表示와 評價까지 包含된다함은 그림-3에 表示함과 같다. 여기서는 data의 前處理와 前處理가 끝난 data의 解析에 關하여 그 內容과 機能을 槪說하려 한다. Remote Sensing의 解析의 흐름을 圖示하면 그림-5와 같다.

4.1 Data의 質의 檢討

Remote Sensing data의 解析結果의 良否에 關하여서는 使用한 解析方法(手法)의 適否에 左右될 경우가 많으나, 그와 같은 程度로 重要한 것은 使用하려는 data의 質이다. data의 質은 解析에 앞서 行하는 前處理 System系에도 크게 影響을 미친다. data의 質의 檢討에는 다음에 列擧하는 項目들을 생각할 수 있다.

1) 原 data의 觀測範囲
2) 구름(雲)이나 大氣의 影響範囲와 影響의 程度
3) 幾何歪(Geometric distortion)의 有無와 그 程度
4) Radiometric distortion과 그 狀態
5) data 收集에 使用한 Sensor의 感度
6) 觀測收集된 各 每波長帶의 CCT Count(DN 値)의 分布

具體的인 data의 質의 檢討로서는 Color display 裝置上에 生 data를 黑白 또는 Color 映像으로 出力 表示하여 目視를 한다(上記 1), 2), 3)의 項目), 더우기 이들 方法에 더하여 生 data의 line 方向 또는 Column 方向을 橫軸에 CCT Count(DN 値)를 縱軸으로 잡은 Graph를 만들거나, CCT Count(CN 値)의 統計處理를 하여 Histogram 作成等을 하므로서 檢討를 한다(4), 6)).

4.2 Data의 前處理

一般으로 航空機나 人工衛星으로부터 얻어지는 Remote Sensing data는 여러가지 distortion을 內包하고 있다. 畵像解析의 目的에 맞게 이들의 distortion을 補正한 뒤에 解析領域의 選定과 data를 따내는 作業까지가 前處理作業에 들어간다. 前處理作業의 個個의 內容들은 다음과 같다.

4.2.1 放射量歪 補正

放射量歪補正에는 大別하여 畵像中의 位置에 關係하지 않는 補正과 畵像中의 位置에 依存하는 補正의 두 가지가 있다. 前者를 Shift Invariant 補正, 後者를 shift variant 補正이라고 한다.

A. Shift Invariant 補正

觀測에 使用된 Sensor의 應答特性을 使用하여 補正하는 경우와 推定式을 使用하여 補正(System 補正) 하는 두 가지로 나누어 생각할 수 있다. 前者에는 MSS data를 對象으로 行하는 電子的인 過程이 中心이 되는 應答特性의 補正과 film 系의 data를 對象으로 行해지는 化學的인 過程이 中心이 되는 應答特性의 補正이 一般으로 行하여지는데, 本 System에서는 數値處理가 主體이므로 電子的인 過程에 의한 應答特性의 補正이 中心이 된다.

後者의 System 補正에는 ① model를 使用하여 推定하는 System 補正 ② 畵像中의 旣知의 反射率로부터 推定하는 標準反射補正의 두 方法이 있으며, 이 두 가지 方法 모두 data의 特性에 따라 잘 利用된다. 좌우간 shift invariant 補正에서는 補正作業에서 必要한 data를 收集하기 위하여 data의 觀測作業을 計劃하는 時點부터 準備할 必要가 있다.

B. Shift variant 補正

Remote Sensing data의 觀測收集에는 lens 系를 利用하는 경우와 Sensor 系를 利用하는 경우가 있는데, 얻어진 data에는 ① 周邊減光(lens 系), ② sunspot(lens 系, Sensor 系), ③ Sensor 系의 應答特性이 位置에 의하여 不規則하게 變化하기 때문에 생기는Shading(lens 系)이라는 變歪가 包含된다. 이들의 變歪를 補正하는 方法에는 다음과 같은 것이 있다. 一般으로 上記 ①, ②, ③이 原因이되어 생기는 放射量歪를 Shading이라고 한다.

(1) System 補正

미리 어떤 Shading이 생기는 것인지를 알 수 있을 때에는 系統的으로 補正하는 것이 可能하다.

(2) Filtering

周邊減光과 Sunspot에 의한 放射量歪를 補正하는 경우에 利用된다. 具體的으로는 Shading의 周波數特性을 利用하여 畵像 data 全域에 空間周波數 Filtering을 한다.

(3) Shading 曲面을 推定하는 方法

畵像中의 反射率이 旣知인 點 혹은 反射率이 같다고 判別되는 點으로부터 推定한다.

(4) 比 또는 正規化에 의하는 方法

Shading은 一般으로 波長域에 關係없이 생긴다는 것은 알고 있는 事實이다. MSS data 等에서는 觀測된 data를 利用하여 比演算을 하거나 正規化하므로서 Shading을 除去한 data를 作成한다.

4.2.2 幾何學的 歪補正

觀測收集된 畵像 또는 畵像 data가 內包하는 幾何學的인 變歪를 補正하고, 解析의 目的에 符合되는 座標系로 變換하는 方法에는 System 補正과 地上基準點을 利用한 補正의 두 가지 方法이 一般으로 使用된다.

前者는 一般으로 出力畵像의 幾何學的 精度가 低下되며, 後者는 補正畵像이 얻어지나 補正을 하기 위한 前作業과 計算時間이 길어지는 缺點이 있다. 解析目的에 따라서는 前者와 後者의 方法을 合친 方法으로서 System 補正을 한後에 地上基準點을 利用한 補正作業을 하는 경우가 있다.

A. System 補正

System 補正에는 大別하여 1. 室內에서 얻어진 data에 의하여 lens收差나 焦點距離 등의 補正(一般으로 Calibration이라고 한다) 2. platform의姿勢에 關한 計測値를 利用한 補正(一般으로 外部歪補正이라고 한다). 의 두 가지가 있다. 具體的으로는 1. MSS 畵像에 잘 나타나는 縱橫比가 相異한 畵像의 修正(縱橫比의 補正) 2. 縱方向 또는 橫方向으로 이그러진 畵像의 修正 (Skew 補正) 3. 視野角에 의한 畵像의 修正 (Tangent 補正) 等이 可能하다.

B. 地上基準點을 利用한 補正(Scene 補正이라고도 한다)

畵像 data는 一般으로 幾何歪를 가지고 있기 때문에 地圖等에 正確히 겹치게 하려할 때에는 1. 幾何歪을 內包한 畵像中에 地理的 位置關係를 보기쉽게 하는 것. 2. 畵像 data의 幾何歪를 正確하게 補正하여 地圖座標系로 變換시키는 것의 두 가지 方法이 利用된다. 地上基準點을 利用한 補正에서는 畵像座標系와 地圖座標系와의 間에 成立된다고 생각되는 座標變換式을 決定한 다음 幾何歪를 補正하는 것이므로, 座標系變換式의 決定에는 解析의 目的과 出力畵像의 精度를 考慮하여 注意깊게 決定하는 것이 重要하다. 座標變換式으로서

(1) Helmert 變換, (2) Affine 變換, (3) 擬似 Affine 變換, (4) 二次等角變換, (5) 二次射影變換, (6) 高次多項式 等이 一般으로 잘 利用된다.

4.3 畵像 data의 內插

部分的으로 畵像을 抽出하거나 畵像 data를 地圖 data에 겹치게 하려할 때에는 一般으로 出力畵像과 原 data가 一致하지 않는 경우가 자주

있다. 이런 경우에는 內挿에 의한 data의 作成을 한다. 畵像 data를 取扱하는 경우 data의 內挿方法으로서는

1. 最近隣內挿方法(nearest neighbor), 2. 共一次內挿方法(bi-linear), 3. Cubic Convolution 內挿方法의 세 가지가 目的에 따라 使用된다.

4.4 畵像의 强調

얻어진 畵像을 보기 쉽게 하고 評價를 容易하게 하기 위하여 여러가지 方法이 쓰이나 畵像 data의 digital 處理의 경우 가장 잘 利用되는 手法이 畵像의 强調이다. 畵像의 强調는 對象으로 하는 것의 差異에 의하여 一般으로 그方法을 달리한다. 다음에 列擧하는 몇가지 手法이 解析의 對象과 目的에 따라 利用된다.

1. 濃度變換에 의한 方法 : 濃度畵像 data를 一定한 法則에 따라 變化시키므로 畵像을 보기 쉽게 한다.
2. 濃度分割에 의한 方法 : 畵像 data가 갖는 濃度의 幅을 몇개의 區分으로 分割하여 各其 區分에 濃淡 또는 色彩를 割當하여 畵像을 보기 쉽게 한다.
3. 濃度抽出에 의한 方法 : 畵像 data中에서 特定한 濃度(또는 分光特性)만을 抽出하여 畵像을 보기 쉽게 한다.
4. Contrast 增幅에 의한 方法 : 對象으로 하는 것의 畵像 data 濃度만을 增幅하여 抽出하여 보기쉬운 出力畵像을 얻는다.
5. γ(gamma) 補正에 의한 方法 : 畵像 data의 濃度幅에 있어서 中央部와 末端部에서 Contrast 의 增幅率을 變化시켜 보기 쉬운 畵像을 얻는다.
6. 關數變換에 의한 方法 : 關數式을 써서 畵像 data의 濃淡에 變化를 준다.
7. Edge 의 强調에 의한 方法 : 畵像의 線이나 Edge를 强調하여 Sharp 한 畵像을 얻는 方法이다. 具體的으로는 畵像의 線이나 緣(테두리-Edge)의 밝기가 크게 變化하는 特徵을 利用하여 畵像의 階調를 微分하는 方法.
8. 畵像間演算에 의한 方法 : 同一 Scene의 틀리는 波長帶域(band 또는 Channel)의 두 개의 data를 利用하여 特徵을 抽出한다. 一般으로 MSS data의 band 마다 比演算을한다(Bi-band Method). [簡單한 [畵像解析의 手法으로서도 有效하게 利用된다.
9. Color 合成에 의한 方法 : 黑白의 濃度畵像보다는 色彩를 利用한 畵像이 判別하기 쉽다. Pseudo Color 法과 False Color 法이 잘 利用된다.

4.5 畵像의 解析(multi-Spectral 解析)

Remote Sensing data는 一般으로 複數의 波長帶域(band 또는 Channel)으로 나누어 觀測收集된다. 따라서 Remote Sensing data를 multi-Spectral 畵像이라고 부르며, 더우기 multi-Spectral 畵像을 써서 解析하는 것을 畵像解析 또는 multi-Spectral 解析이라고 한다. LAND SAT data나 航空機 MSS data의 경우에는 처음부터 Digital data로서 주어지므로 別問題가 없으나, 航空寫眞과 같이 analog data로서 주어지는 경우에는 赤, 綠, 靑의 三色을 分解하여 各其 寫眞의 濃度를 數値化하는 것이 重要하다.

analog data의 數値化에는 普通 精度가 좋은 photo-scanner가 使用된다. 또 航空機 Mss data와 같이 Channel 數가 많은 data에 대해서는 情報量이 많아져 畵像解析에 있어 반드시 利롭지만은 않다. 미리 解析의 對象에 맞추어 有效한 波長域 data(서로 獨立된 情報)를 選擇하는 것도 重要한 畵像解析의 要素가 된다.

4.5.1 畵像의 特徵抽出

解析目的에 맞추어 畵像의 判讀이나 分類를 하기 위하여 畵像 data가 갖이는 特徵을 抽出한다. 一般으로 畵像解析 System에서는 畵像의 特徵抽出을 위하여 다음과 같은 方法이 있다.

A. 閾値(Threshold)를 利用하는 方法 :

畵像 data의 histogram 과 ground truth data 或은 畵像 data의 統計學的인 距離等으로부터 決定되는 閾値(threshold)를 써서 特徵을 抽出한다.

B. 統計諸量의 計算에 의한 方法 :

畵像 data의 平均値, 最大値, 最小値, 分散, 相關係數등 統計諸量을 計算하는 方法

C. 尤度(likelihood)를 利用하는 것.

D. 判別關數를 利用하는 方法.

E. 主成分(Principal Component)分析에 의하여 求하여지는 主成分을 利用하여 特徵抽出을 하는 方法

F. Texture에 關한 諸量을 利用하는 方法:

畵像 data 中에서 特徵的인 地域을 對象으로 얼마간의 單位畵素(例를들면 3×3)를 選出한 뒤 平均値, 標準偏差, 微分 operator, 周邊과의 Contrast 등으로부터 特徵을 抽出한다.

G. 統計學的인 距離를 利用하는 方法:

畵像 data의 點과 點의 距離或은 分布間의 距離를 利用하여 特徵을 抽出한다.

4.5.2 畵像의 分類

畵像의 特徵이 어떤 方法에 의하여 抽出되면 各其 畵像 data가 어느 class에 歸屬하는가를 決定하여주고(畵像의 分類), 最終的인 評價를 위하여 畵像出力을 하게 된다. 一般으로 分類를 위한 數學的技法에는 ① ground truth data를 利用한 分類(敎師있는 分類—Supervised Classification)와 ② ground truth data를 利用하지 않는 分類(敎師없는 分類—Unsupervised Classification)가 잘 利用된다.

前者의 경우 a. 最尤法, b. 最短距離分類法, c. 樹型分類의 세 가지가 備置되어 있다. 또 後者의 경우에는 Cluster 分析이 많이 利用되며, 解析의 對象과 目的에 의하여 a) 最短距離法, b) 最長距離法, c) Median 法, d) 重心法, e) 群平均法, f) 可變法 등이 있다.

4.6 LAND SAT data의 解析例

以上과같은 解析順序에 따라 人工衛星(LAND SAT) data의 解析例의 몇가지를 보면 다음과 같다. 여기에 使用한 data는 LANDSAT 2號에 의하여 1979年 10月 4日에 觀測된 PATH 125, Row 34의 data (서울을 包含한 京仁地區)이다.

(A)寫眞(a), (b), (c), (d)는 使用한 data의 全領域에 있어서 line 方向 및 Column 方向 共히 1/7로 壓縮한(畵素 7個의 平均値로 나타냄) data를 使用하여 Color Graphic Display Device 上에 表示한 것이다.

各 波長帶域의 特性을 잘 알 수 있다. 眞寫(B)~(G)는 眞寫(A)를 基本 data로 하여 敎師없는 分類(Unsupervised classification)에 의하여 몇가지 特徵抽出을 試圖한 結果이다.

眞寫(B) : band 7 data 만을 使用하여 Cluster 解析을 한 結果이다. 이 경우 海洋, 山, 市街地와 같은 特徵있는 地域 5個所를 training field로 하여 選定한 對象地域의 全域을 分類한 것이다. 이 結果로부터 다음과 같은 것을 알 수 있다.

① Band 7를 使用함으로서 海域이 같게 되었다

② 市街地와 荒無地(植物被覆이 없는 山地를 包含하여)와의 區別을 할 수 없게 되었다.

③ 海洋線의 모양이 現實과 다르다. 即 陸域과 水域의 區別이 明確하게 되어 있지 않다.

寫眞(C) : 寫眞(B)와 같은 解析手法으로 training field를 11個所로 增加시켜 再次 分類出力한 것이다. 이 경우 寫眞(B)와 다른 點은 5, 6, 7의 세 Band를 使用하여 Cluster 分析을 하였다. 寫眞(B)와 같이 荒無地와 市街地가 같게 分類되어 있으나 海域에 있어서는 淺瀨로부터 深部에 이르기까지 區分이 잘 되어있음을 알 수 있다.

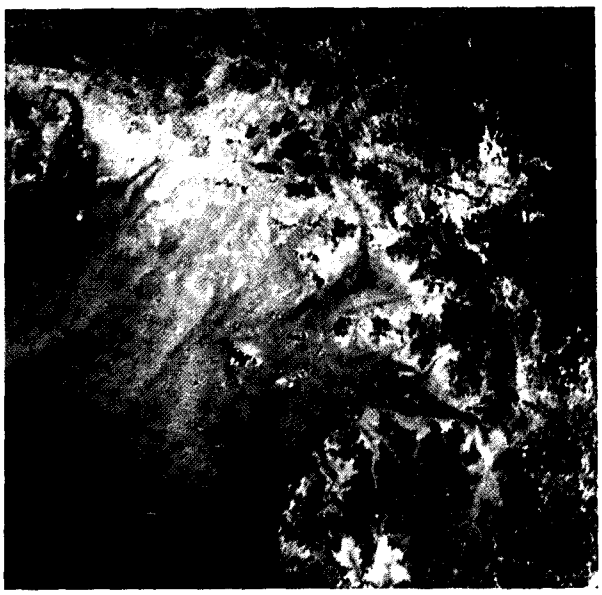
寫眞(D) : 寫眞(C)의 分類結果에 또다시 荒無地와 市街地를 區分함을 目的으로 training field를 다시 收集하여 畵像解析(Cluster 分析)을 한 것이다. 市街地가 赤色으로 잘 分類되어 있는樣相을 잘 알 수 있다.

寫眞(E) : 寫眞(D)의 分類結果에 대하여, 서울市를 中心으로 3倍로 擴大出力한 것이다. 寫眞(D) 및 寫眞(E)로부터 다음과 같은 것을 알 수 있을 것이다.

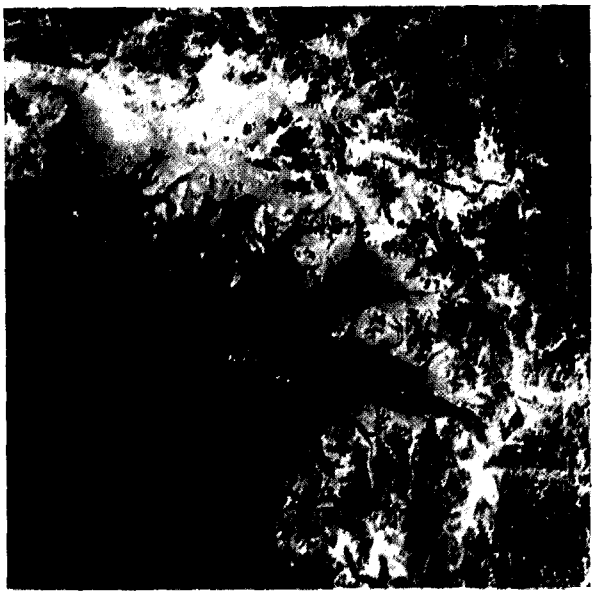
① 서울市뿐 만아니라 海岸에 따라 點在하는 都市가 잘 識別된다.

② 海域이 3段階로 識別區分되어 있다. 이와 같은 것은 水深의 相異에 의한 分光反射率의 差異에 의한 것이다. 特히 淺瀨의 樣相과 範圍를 잘 알 수 있다.

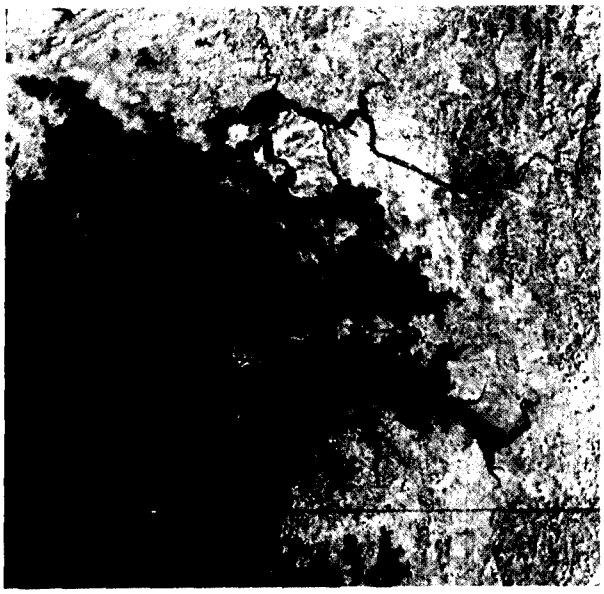
③ 漢江의 水質에 대하여서도 上流로부터 下流에 갈수록 3段階로 區分되어 있다. 各其 區分이 무엇이 原因이 되어 識別되는지 興味롭다. 推測컨대 有潮河川의 特有의 鹽分含有量(鹽度)의 多少에 따르는 分光反射率의 差異에 의한 것



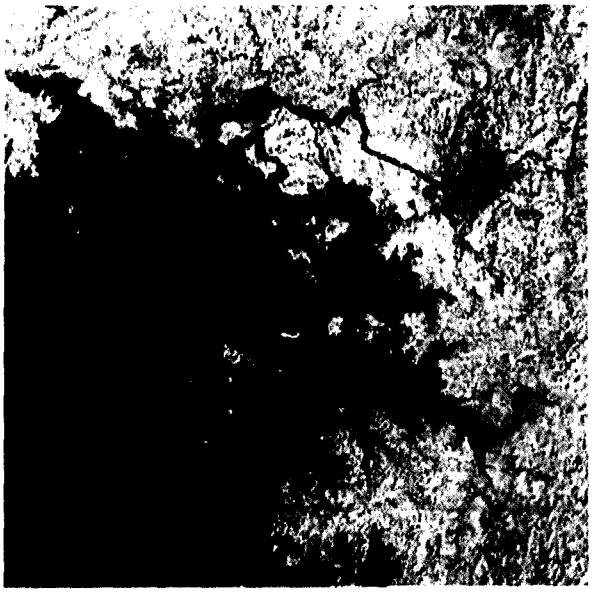
(a) 4 band



(b) 5 band



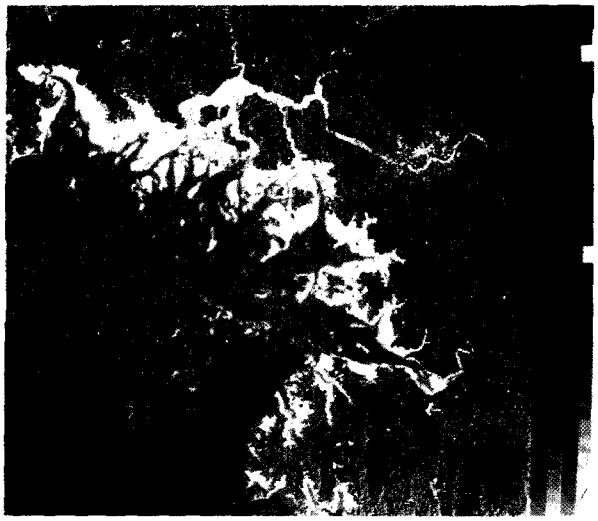
(c) 6 band



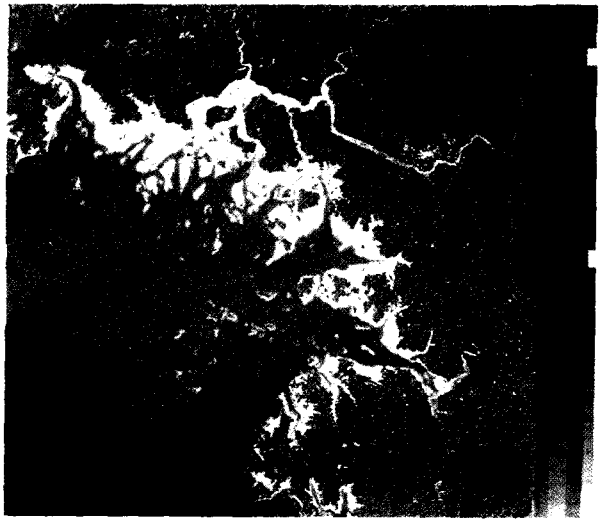
(d) 7 band

寫眞(A) 解析에 使用한 LANDSAT data
(1979年 10月 4日)

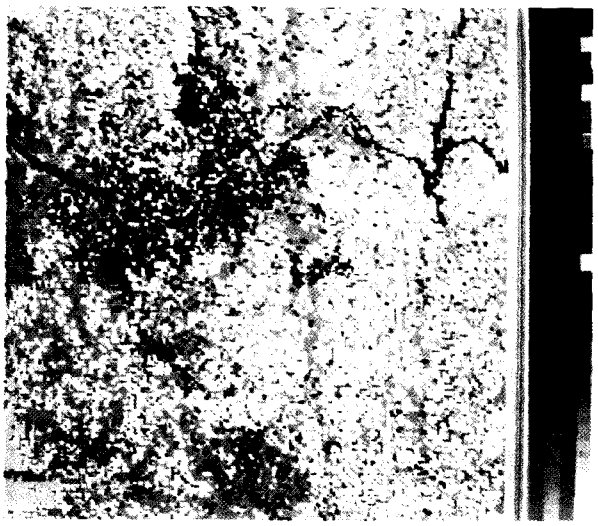
寫眞(B)
7 band data에 의한 解析結果



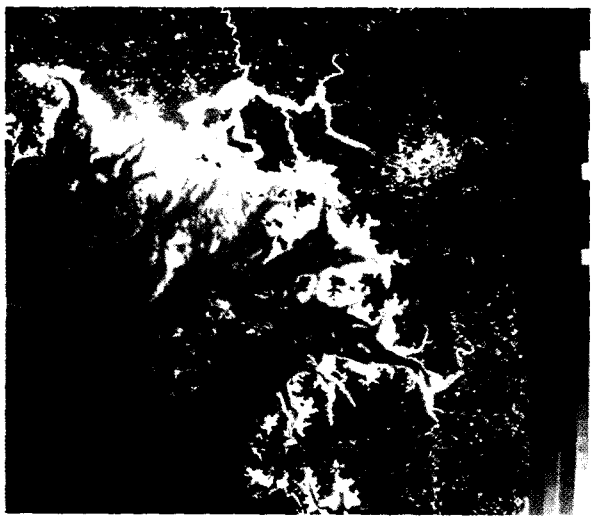
寫眞(C)
5, 6, 7 band data에 의한 解析結果



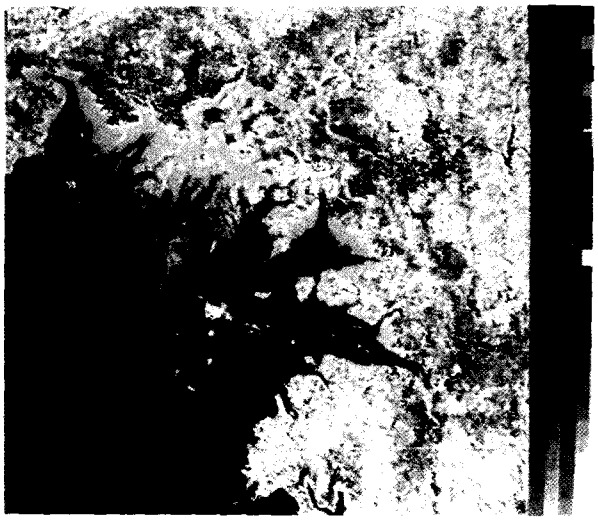
寫眞(D)
寫眞(C)의 data를 使用하여 市街地를
抽出한 畵像解析結果



寫眞(E)
寫眞(D)의 解析結果로부터 서울市街를
擴大表示한 例 (3倍擴大)

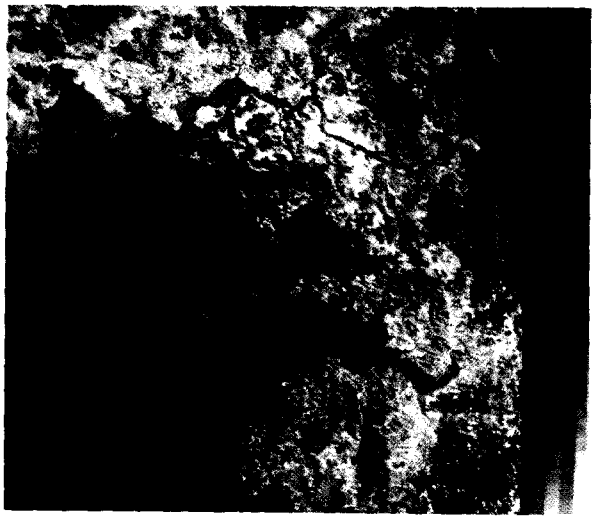


寫眞(F)
海域을 中心으로 畵像解析한 例



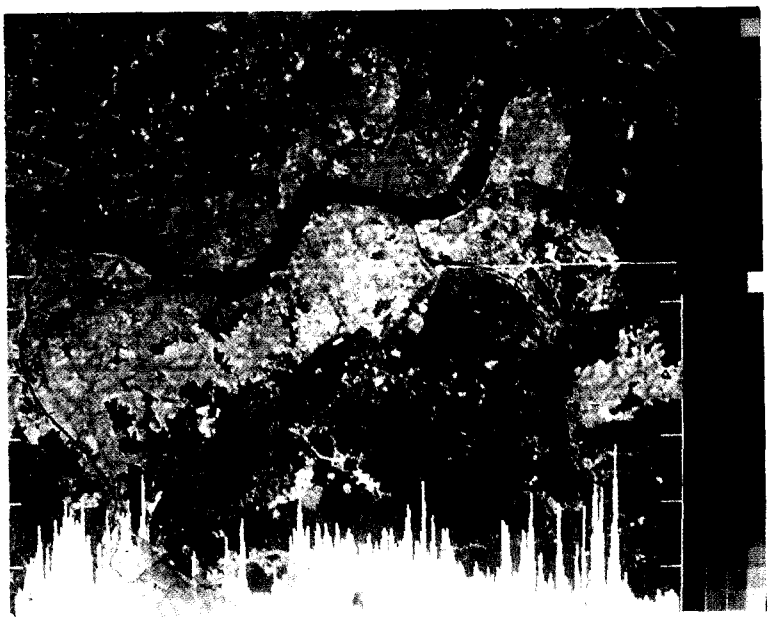
寫眞(G)
陸域을 中心으로 畵像解析한 例

(a) False Color

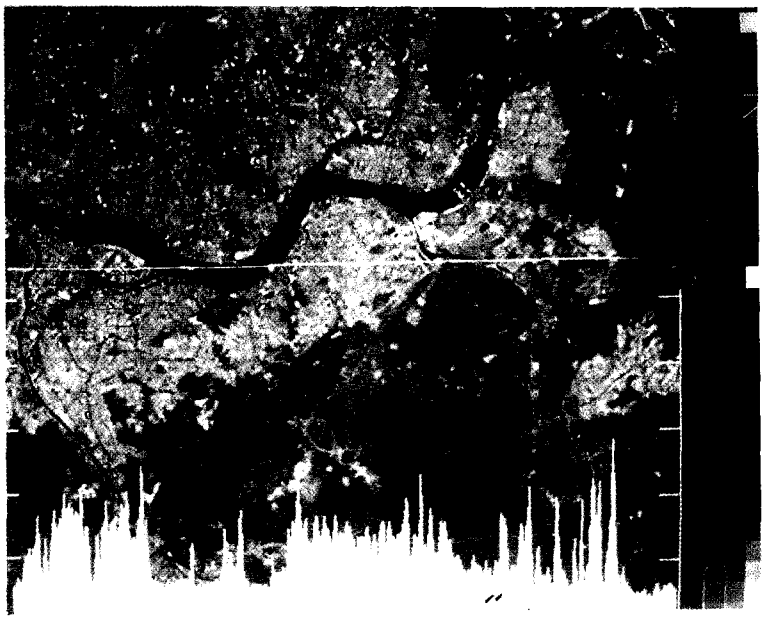


(b) Natural Color

寫眞(H) : Color 合成에 의한 出力例



(a) False Color



(b) Natural Color

寫眞(Ⅰ) : 寫眞(A)를 False Color (a)와 Natural Color (b)로 Color 合成한 것에 Spectral density Profile을 出力한 例
(寫眞 (A)~(H)에서 흰 줄무늬는 Noise로 인하여 Scratch가 생긴 것임)

이 거의 確實하다.

④ 出力圖의 左上에 內陸水域部의 存在가 區分되어 있다. (아마도 貯水池인 듯)

⑤ 水域과 陸域, 山地와 平地가 잘 識別된다.

⑥ 全體的으로 植物이 덮인 地域이 아주 적음을 알 수 있다. (10月에 접어들어 落葉時인 關係로 생각됨)

⑦ 寫眞(E)에 보이는 검은點이 보이는 곳은 무엇인지 이것도 興味있는 것이다.

寫眞(F) : 陸域과 海域을 强調하여 出力한 것이다. 海域을 中心으로 training field를 選擇하였기 때문에 都市情報는 全혀 나타나지 않았으나 海域의 情報를 잘 分類된 畵像으로 되었다. 出力畵像(寫眞)中에서 白色部分은 陸域과의 區別을 하기 위하여 色彩를 選擇한 것으로 分類項目으로서는 水域이나, 河川水와 같은 Spectre 値를 하고 있는 것으로 보아 淡水域 또는 鹽分濃度가 낮은 곳일 것이다.

寫眞(G) : 寫眞(F)와 反對로 陸域의 情報를 强調하여 分類(畵像解析)한 結果를 出力한 것이다. 個個의 分類項目(色彩區分)이 各其 무엇에 對應하는가는 ground truth data가 없어 明白하지는 않으나 土地被覆分類가 比較的 잘 되어 있음을 알 수 있다.

寫眞(H) : 寫眞(A)에 表示한 單 Band data를 組合하여 作成한 False Color(a)와 Natural Color (b)이다. 即 4, 5, 7 band(寫眞(A) 參照)에 各其 (a)는 Blue Green, Red, (b)는 Blue, Red, Green filter를 걸어 合成한 것이다.

寫眞(I) : 寫眞(H)와 같이 False Color(a)와 Natural Color로 7倍部分 擴大하고, 이것에 Spectral Density profile(中央白色描線으로 表示된 곳)를 CRT에 出力한 畵像이다.

5. 맺는 말

本文은 人工衛星(LANDSAT) MSS data에 關하여 몇가지 視點에서 敎師없는 分類를 試圖한 것이다.

解析結果의 畵質에 대하여서는 ground truth data를 併用하므로서 보다 좋은 精度의 向上이 바람직 할 것이다. LANDSAT MSS data外에 日本에서는 航空機 MSS data도 많이 利用되고 있으며, 本文中 記述한 幾何의 處理 및 解析을 通하여 엄청나게 複雜한 技法이 要求되는 경우가 많다. 航空機 MSS data의 取扱方法은 다음機會에 論하고저 한다.

끝으로 Remote Sensing의 硏究의 機會를 준 서울大學校當局과 日本國東京理科大學 Remote Sensing硏究所長 丸安 隆和 敎授와 大林 成行敎授께 感謝드린다.