หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บรรณานุกรม

(1) E.C. Barrett and L.F. Curtis, Introduction to Environmental Remote Sensing. Department of Geography, University of Bristol, 1976.

(2) Proceeding of the Second Thailand Seminar on Remote Sensing Techniques. Bangkok Thailand. Jan., 1976.

(3) Application of ERTS-1 Imagery to Water and Marine Resources in Iran. Procesding of the Seminar on Remote Sensing Application. Bangkok, Thailand. July, 1975. p. 95.

(4) Status of Remote Sensing Surveys Conducted in ESCAP Mumber Countries, Australia. Proceeding of the Seminar on Remote Sensing Application. Bangkok, Thailand. July, 1975. p. 23.

(5) V. Klemas, R. Srna, W. Treasure and M. Ofley. "Application of ERTS-1 Imagery to the Study of Suspended Sediment and Aquatic Fronts." Symposium on Significant Results Obtained from the ERTS-1, Volumn 1: Technical Presentation, Section B. Goddard Space Flight Center, New Carrollton, Maryland. March, 1973. p. 1275.

(6) Randall T. Kerhim. "Recognition of Beach and Nearshore Depositional Features of Chesapeake Bay." Symposium on Significant Results Obtained from the ERTS-1, Volumn 1: Technical Presentation, Section B. Goddard Space Flight Center, New Carrollton, Maryland. March, 1973. p. 1269.

(7) D.E. Bowker, P. Eleischer, T.A. Gosink, W.J. Hanna and J. Ludwick. "Correlation of ERTS Multispectral Imagery with Suspended Matter and Chlorophyll in Lower Chesapeake Bay." Symposium on Significan Results Obtained from the ERTS-1. Volumn 1: Technical Presentation, Section B. Goddard Space Flight Center, New Carrollton, Maryland. March, 1973. p. 1291.

(8) J.S. Schubert and N.H. MacLeod. "Digital Analysis of Potomac River Basin ERTS Imagery : Sedimentation Level at the potomac-Anacostia Confluence and Strip Mining in Allegheny Country, Maryland." Symposium on Significant Results Obtained from The ERTS-1. Volumn 1: Technical Presentation Section A. Goddard Space Flight Center, New Carrollton, Maryland. March, 1973. p. 659.

(9) K.P. Bukata, J.E. Bruton, J.H. Jerome and A.G. Bobba." The Application of LANDSAT-1 Digital Data to A study of Coastal Hydrology." Third Canadian Symposium on Remote Sensing. Alberta, Canada. Sep., 1975.

(10) George R. Harker and J.W. Ronse, Jr. "Flood-Plane Delineation Using Multispectral Data Analysis." Photogrammetic Engineering and Remote Sensing. Vol. 43, No. 1, Jan. 1977. pp. 81 - 87.

(11) A.C. Armstrong and P. Brimblecombe. "Rapid Digital Mapping of Coastal Areas from LANDSAT." The Catographic Journal. Dec., 1975.

(12) รายงานเลขที่ 842-2108. "รายงานการสำรวจตะกอนเชื่อนภูมิพล." ฝ่ายวางโครงการและแผนงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. เมษายน, 2521.

(13) กันยา จิระพยุงไชย. "เทคนิคการจำแนกภาพจากเทปข้อมูลดาวเทียมสำรวจทรัพยากรเพื่อศึกษาเกี่ยวกับเนื้อที่และการเปลี่ยนแปลงของเนื้อที่ป่าไม้ในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2522.

(14) K.P. Bukata. "Digital Analysis of Multispectral Satellite Data Applied to Lake Surveillance Problem in Large Hydro Electric Development." Third Canadian Symposium on Remote Sensing Alberta, Canada. Sep. 1975.

(15) Shunji Murai. "Computer Program for LANDSAT MSS CCT Developed BY MURAI Laboratory." Technical Forum on Remote Sensing and Surveying Technology. November 15-2, 1978.

(16) Wagner, Harvey L. "Feasibility Study of an interactive System for Processing Digital Multispectral Scanner Data." Master's Thesis in Remote Sensing, University of Michigan, 1976.

(17) Thomas, Valerie L. "Generation and Physical Characteristics of the ERTS MSS System Corrected Computer Compatible Tape." Maryland : Goddard Space Flight Center, July. 1973.

ภาคผนวก ก.

ประวัติ LIGMALS Package

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเป็นมาของโปรแกรมลิกมัลส์ในประเทศไทย

ลิกมัลส์เป็นชื่อของโปรแกรมชุดหนึ่ง (LIGMALS - LANDSAT Interactive Gray Map And Level Slicing Systems) ซึ่งเริ่มต้นเขียนโดย H.L. Wagner ในผลงานวิจัยระดับปริญญาโท ที่ The University of Michigan เมื่อปี 1976 โดยมีจุดประสงค์ขั้นต้นเพื่อออกแบบให้ใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ในลักษณะ interactive กับข่ายคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัย (MTS - Michigan Terminal System ซึ่งประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่น AMDAHL 470/V6

โปรแกรมชุดนี้ ผู้ใช้เพียงแต่ป้อนข้อมูลที่ต้องการและทำการเรียก Subroutines ต่าง ๆ ให้ทำงาน ซึ่งประกอบด้วย Subroutines ที่สำคัญดังต่อไปนี้ REFORM, MAIN, RSET/DTAP, MLSET, ALSET, PMAP, CMAP, SVID, LVID, HSTGRM, DNSTRS และ RATIO นอกจากนี้ โปรแกรมลิกมัลส์ยังเรียกใช้ utility routines ที่มีใช้อยู่ในระบบ MTS อีกด้วย เช่น FREAD, PLKLTR, FINCMD, GUINFO, IGGTRL, IGBGNS, IGDA, IGMR และอื่น ๆ อีกมาก ซึ่ง routines เหล่านี้ ช่วยประกอบการทำงานของโปรแกรมลิกมัลส์ และช่วยให้งานพัฒนาของโปรแกรมดังกล่าวง่ายขึ้นมาก

ต่อมา เมื่อโปรแกรมชุดนี้ได้รับความนิยมนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น สำหรับหน่วยงานที่ไม่อยู่ในข่ายของระบบ MTS ก็ย่อมไม่สามารถนำโปรแกรมเหล่านี้ไปใช้ได้โดยตรง H.L. Wagner จึงได้ประยุกต์โปรแกรมชุดนี้จาก Interactive Mode มาเป็น Batch Mode เรียกว่า LIGMALS/B ซึ่งเขียนในรูปของภาษา FORTRAN IV มากยิ่งขึ้น และใช้งานได้ดีกับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กหรือขนาดกลางทั่ว ๆ ไป LIGMALS/B ประกอบด้วยโปรแกรมต่าง ๆ เหมือนกับลิกมัลส์รุ่นแรก ยกเว้นไม่มี

Subroutine MAIN, CMAP, LVID และ SVID นอกจากนี้ยังได้เพิ่มโปรแกรม CNTR ขึ้นมาอีกด้วยเพื่อนับจำนวนจุดของข้อมูลที่ผ่านขบวนการทำงานโดยการกำหนดของโปรแกรม MLSET หรือ ALSET

ปัจจุบัน H.L. Wagner ทำงานประจำอยู่ที่ ERIM (Environmental Research Institute of Michigan) และโดยการติดต่อผ่านคุณสุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์ ผู้ประสานงานโครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สภาวิจัยแห่งชาติ ผศ. ดร.ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับ ดร.ชลิต ทิสยากร จากบริษัท ศูนย์คอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทยจำกัด ได้ทำการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมลิกมัลส์ชุดนี้ขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศไทย โดยทดลองใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กรุ่น B1710 ที่บริษัท ศูนย์คอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย โดยตั้งชื่อให้เป็น CU-LIGMALS Package และเสนอเป็นรายงานการวิจัยต่อสภาวิจัยแห่งชาติ เมื่อปี 1977

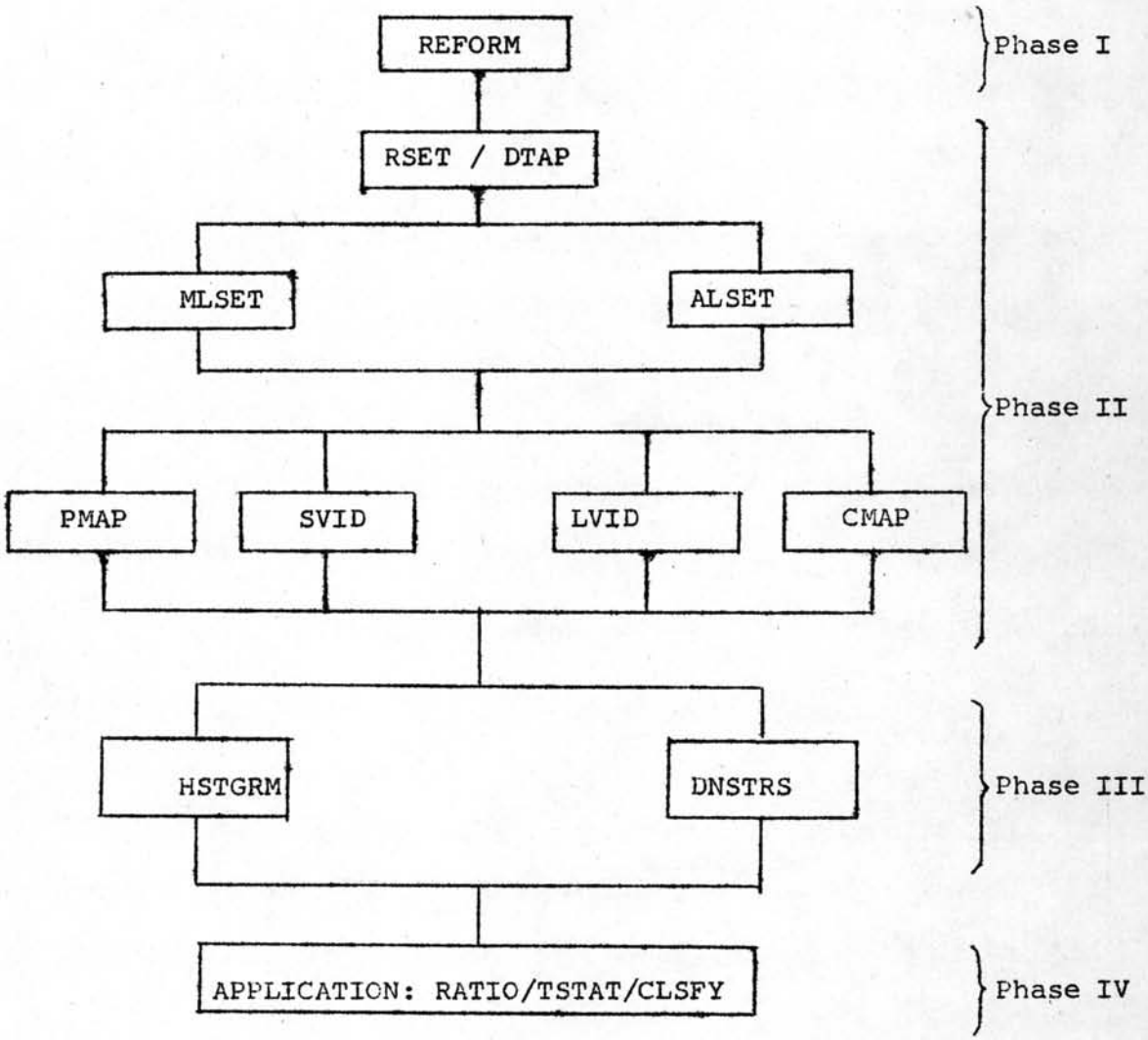
รายละเอียดพอสังเขปของแต่ละโปรแกรมตามโครงสร้างในรูปที่ 1 มีดังต่อไปนี้

Phase I

REFORM

จากข้อมูลในเทปกระทัดรัด (CCT) ซึ่งจัดทำโดยองค์การการบินและอวกาศแห่งชาติ (NASA) ของสหรัฐอเมริกา โปรแกรมนี้จะอ่านและจัดลำดับข้อมูลใหม่ให้อยู่ในฟอร์แมทของลิกมัลส์ โดยที่ฟอร์แมทเดิมของ CCT เป็นแบบ $A_1A_2B_1B_2C_1C_2D_1D_2$ $A_3A_4B_3\cdots$ ตัวละ 1 Byte และฟอร์แมทของลิกมัลส์เป็นแบบ $A_1B_1C_1D_1A_2B_2C_2$ $D_2A_3B_3C_3$ ..... ตัวละ 1 Word ซึ่งทำให้ง่ายต่อการเรียกใช้ข้อมูลในโอกาสต่อไป

โครงสร้างของโปรแกรมลิกมัลส์



Phase I : จัดเรียงข้อมูลจากฟอร์แมทของ CCT ให้เป็นฟอร์แมทของลิกมัลส์

Phase II : แยกข้อมูลเฉพาะพื้นที่ที่สนใจในช่วงคลื่นใด ๆ ตามต้องการเพื่อแสดงออกมาเป็นภาพพิมพ์ขาวดำ หรือ แสดงออกทางจอโทรภาพ

Phase III : แสดงคุณสมบัติทางสถิติของข้อมูลและความแตกต่างของค่าของข้อมูล (ความเข้ม) ออกมาเป็นกราฟ เฉพาะช่วงคลื่นที่ต้องการ

Phase IV : เป็นส่วนของการนำข้อมูลไปวิเคราะห์ ประยุกต์กับงานวิจัยต่าง ๆ

รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบโปรแกรม LIGMALS

Phase II

RSET และ DTAP

เป็นโปรแกรมสำหรับเรียกเอาข้อมูลในส่วนที่ต้องการใช้งาน โดยที่ผู้ใช้จะต้องบอกรายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนเส้น (Scan Line) ที่ต้องการจากเส้นไหนถึงเส้นไหน และจากจุด (Pixel) ไหนถึงจุดไหน เป็นข้อมูลสำหรับ RSET จากนั้น DTAP จะทำการอ่านและบันทึกข้อมูลที่ต้องการลงในหน่วยความจำหน่วยอื่น เช่น จานแม่เหล็กหรือเทปม้วนใหม่ก็ได้

MLSET และ ALSET

ใช้ข้อมูลจาก DTAP จุดประสงค์เพื่อจัดระดับความเข้มของข้อมูลในบริเวณที่ต้องการให้คอมพิวเตอร์พิมพ์เป็นภาพขาวดำ (Gray Map) ออกเป็น 3 ระดับ (Level Slice) โดยอัตโนมัติ (ALSET) ซึ่งจะนำข้อมูลทั้งหมดมาคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อแบ่งจำนวนข้อมูลในแต่ละพิสัยให้มีจำนวนเท่า ๆ กัน หรือมากน้อยแล้วแต่ความต้องการของผู้ใช้ โดยสามารถกำหนดน้ำหนักของค่าคงที่ซึ่งใช้คูณกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรืออาจจะกำหนดค่าโดยตรงจากผู้ใช้เอง (MLSET) ซึ่งอาจทำ Histogram Plot (HSTGRM) และ Densitometry Plot (DNSTRS) มาช่วยในการกำหนดด้วยก็ได้

PMAP/CMAP

ใช้ระดับความเข้มทั้ง 8 ค่าที่ได้จากโปรแกรม MLSET หรือ ALSET โดยจัดพิสัย (range) ความเข้มออกเป็น 7 พิสัย และกำหนดตัวอักษรแทนแต่ละพิสัยให้จากนั้นจะทำการ process เอาข้อมูลในส่วนนั้นให้เครื่องพิมพ์ (Line Printer) ทำการพิมพ์ตัวอักษรที่แทนค่าระดับความเข้มของจุดนั้น ๆ ออกมาโดยที่ PMAP พิมพ์ตัวอักษรด้วยหมึกดำ ส่วน CMAP ใช้กับเครื่องพิมพ์ที่สามารถเปลี่ยนผ้าหมึกได้

SVID/LVID

ลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกับ PMAP ทุกประการ เพียงแต่ให้ภาพออกมาทางจอโทรภาพ โดยที่ SVID ให้ภาพมาตราส่วน 1 : 24,000 ส่วน LVID ให้ภาพมาตราส่วน 1 : 50,000

Phas III

HSTGRM และ DNSTRS

เป็นโปรแกรมที่ให้รายละเอียดด้านสถิติและอื่น ๆ ของข้อมูล กล่าวคือ HSTGRM แจกแจงความถี่ของค่าความเข้มทุกค่าออกมาเป็นร้อยละของจำนวนข้อมูลทั้งหมด ส่วนโปรแกรม DNSTRS จะแสดงค่าระดับความเข้มในแบนด์ใดแบนด์หนึ่งของจุดต่าง ๆ ตามแนวนอนหรือแนวขวางของภาพก็ได้ ทั้งสองโปรแกรมจะให้คอมพิวเตอร์พิมพ์ออกมาเป็นกราฟ

Phase IV

RATIO

เป็นโปรแกรมสำหรับจัดทำข้อมูลชุดใหม่ ให้เป็นอัตราส่วนระหว่างข้อมูลในพื้นที่เดียวกัน แต่ต่างช่วงคลื่น (Band) กัน ข้อมูลใหม่ที่ได้จะมีคุณสมบัติของทั้งสองช่วงคลื่นรวมกันอยู่ ทำให้รายละเอียดบางอย่างที่ไม่สามารถเห็นได้หรือเห็นชัดเจนด้วยข้อมูลจากช่วงคลื่นใดช่วงคลื่นหนึ่ง ปรากฏเด่นชัดขึ้น

TSTAT และ CLSFY

โปรแกรม TSTAT ทำหน้าที่คำนวณ parameters ต่าง ๆ เช่นค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในทุก ๆ ช่วงคลื่นของข้อมูลในพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) สำหรับตัวอย่างแต่ละชนิดซึ่งผู้ใช้เลือกขึ้นมาโดยที่ข้อมูลในแต่ละช่วงคลื่นจะถูกนำมาทำเป็นอัตราส่วนต่อผลบวกของข้อมูลจุดนั้นในทุกช่วงคลื่นเสียก่อน parameters เหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในโปรแกรม CLSFY ซึ่งจะตรวจสอบข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์แต่ละจุดในทุกช่วงคลื่น โดยวิธีที่เรียกว่า spherical Classification ก่อนที่จะถูกระบุให้เป็น sample class ใด ๆ

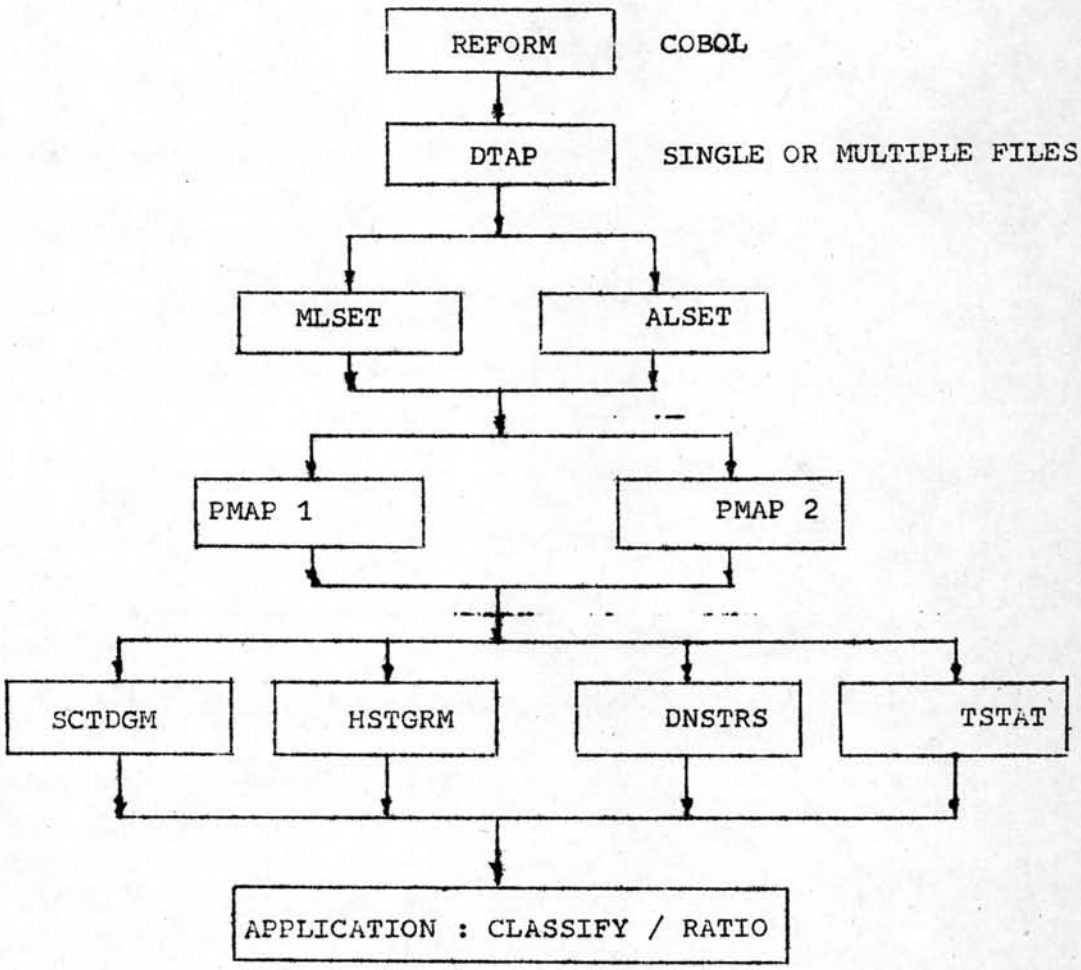
สรุป

ปัจจุบันคณะวิจัยชุดที่ได้กล่าวถึงในตอนต้น ได้ทำการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมต่าง ๆ ในชุดของลิกมัลส์ จนสามารถใช้งานได้ดีกับเครื่องคอมพิวเตอร์ของบริษัทศูนย์คอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย อย่างไรก็ดี โปรแกรมชุดลิกมัลส์ในส่วนของการประยุกต์เพื่อแยกแยะ (Classify) และวิเคราะห์ประเภทของข้อมูล อันมีโปรแกรม TSTAT และ CLSFY ซึ่งเป็นโปรแกรมชุดล่าสุดที่ได้รับจาก H.L. Wagner เมื่อเดือนสิงหาคม ปี 1978 ยังไม่มีโอกาสที่จะนำมาศึกษาและทดสอบสมรรถภาพของโปรแกรมดังกล่าว

เมื่อปลายปี 1977 คุณกันยา จิระพยุงไชย ได้ทำการวิจัยในระดับปริญญาโท ด้วยทุนสนับสนุนจากสภาวิจัยแห่งชาติ ได้เขียนโปรแกรมเพิ่มเติมใน CU-LIGMALS Package ซึ่งประกอบด้วย โปรแกรมสำหรับคำนวณค่าสถิติและโปรแกรมสำหรับพิมพ์แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลในพื้นที่ตัวอย่างและโปรแกรม CLASSIFY สำหรับจำแนกประเภทข้อมูลโดยเทคนิค Maximum Likelihood Ratio เพื่อวิเคราะห์ประเภทของป่าไม้ในภาคตะวันออกของประเทศไทย และยังได้ปรับปรุงโปรแกรมในการจัดทำฟอร์แมทแบบลิกมัลส์ด้วยภาษาโคบอล เพื่อลดเวลาคอมพิวเตอร์ในการทำงานในส่วนนี้ซึ่งแต่เดิมเขียนด้วยภาษาฟอร์แทรน 4 เปลืองเวลาคอมพิวเตอร์มาก นอกจากนี้ผู้เขียนเองก็ได้ดัดแปลงโปรแกรม DNSTRS เพื่อให้ใช้ได้กับข้อมูลจากเทปและแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของความเข้มทั้ง 4 ช่วงคลื่น พร้อมกันบนกราฟแผ่นเดียวกันได้ และทำการเพิ่มเติมโปรแกรม SCTDGM โปรแกรม RATIO สำหรับคำนวณค่า 2-มิติในการพล็อต Scatter diagram ของพื้นที่ตัวอย่าง

รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างของโปรแกรมในระบบโปรแกรมของ CU-LIGMALS

CU-LIGMALS PACKAGE



PAMP 1 : GRAY MAP BY LIGMALS' CHARACTERS

PMAP 2 : GRAY MAP BY DESIRED CHARACTERS

SCTDGM : TWO - DIMENSIONAL VALUES FOR SCATTER DIAGRAM PLOTTING

TSTAT : STATISTICS CALCULATING

CLASSIFY : MAXIMUM LIKELIHOOD RATIO CLASSIFIER

RATIO : RATIOING

รูปที่ 2 โครงสร้างของระบบโปรแกรม CU-LIGMALS

การจัดเรียงลำดับข้อมูลในฟอร์แมทของลิกมัลส์ ทำให้สามารถนำไปใช้ได้สะดวกและง่ายต่อการติดตาม และดัดแปลงตามความต้องการของผู้ใช้ มีความกล่องตัวในการนำไปใช้ แม้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก การประยุกต์ข้อมูลจากระบบ MSS ของดาวเทียมสำรวจทรัพยากร เพื่อประโยชน์ในด้านต่าง ๆ กระทำได้ง่ายเพราะภาษาฟอร์แทรน 4 เหมาะสำหรับงานด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการคำนวณทางด้านคณิตศาสตร์

โดย หาญ กิตติชานันท์
แผนกวิศวกรรมไฟฟ้า
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
กันยายน 2522

ภาคผนวก ข

โปรแกรม RATIO และ SCTDGM

```
...FILE  10=DTAP12 ,UNIT=DISK,RECORD=670,BLOCKING=10,AREA=300,RANDOM,LOCK,
...      1BUFFERS=1
...FILE  11=DTAP22 ,UNIT=DISK,RECORD=670,BLOCKING=10,AREA=300,RANDOM,LOCK,
...      1BUFFERS=1
...FILE  12=RTI01A ,UNIT=DISK,RECORD=670,BLOCKING=10,AREA=300,RANDOM,LOCK,
...      1BUFFERS=1
...C
...C     SUBROUTINE RATIO
...C
...C     ROUTINE TO RATIO TWO INPUT SUBSET FILES AND GENERATE A THIRD
...C     FILE AS OUTPUT. AS CURRENTLY CONFIGURED, THIS ROUTINE USES
...C     THREE DEVICES (TAPES) FOR I/O OF DATA. UNIT 3 IS THE INPUT
...C     FOR THE NUMERATOR CHANNEL, UNIT 4 IS THE INPUT FOR THE
...C     DENOMINATOR CHANNEL AND UNIT 8 IS THE OUTPUT UNIT FOR THE
...C     RATIO PRODUCT OUTPUT.
...C
...      INTEGER LSTRT,LEND,LINCR,PSTRT,PEND,PINCR,ICHNUM,NUMCHN,NPTS,
...     1LS(8),LCNTR,INBFN(150),INBFD(150)
...      COMMON /BLK1/IUNIT,LSTRT,LEND,LINCR,PSTRT,PEND,PINCR,ICHNUM,
...     1NUMCHN,NPTS,LS,LCNTR/BUFFER/INBFN,INBFD
...      REAL A,SF(2),SCAL
...C
...C     NOTICE THAT INBUF HAS BEEN SPLIT INTO TWO DIFFERENT REGION
...C     INBFN AND INBFD TO SAVE ON MEMORY ALLOCATIONS. IF MODIFYING
...C     THIS PROGRAM, OBSERVE THE USE OF THESE VECTORS THROUGHOUT
...C     THE PROGRAM BEFORE ATTEMPTING ANY CHANGES.
...C
...      WRITE(6,301)
...      LCNTR=0
...C
...C     READ THE PATH RADIANCE FACTOR FOR THE NUMERATOR, THE DENOMINATOR
...C     AND THE MULTIPLICATIVE SCALING FACTOR.
...C
...      READ(5,401)SF(1),SF(2),SCAL
... 401  FORMAT(3F7.2)
...      READ(5,403) LSTRT,LEND,PSTRT,PEND
... 403  FORMAT(6I5)
...      WRITE(6,305)SF(1),SF(2),SCAL
... 305  FORMAT(' * NUMERATOR CORRECTION=',F7.2,' DENOMINATOR CORRECTION=',
...     1F7.2,/,' * MULTIPLICATIVE SCALE FACTOR=',F7.2)
...C
...C     READ THE HEADER BLOCKS FROM BOTH INPUTS
```

```
      C
      C     READ(10'2341,END=225,ERR=235)(INBFN(I),I=2,10)
      C     READ(11'2341,END=225,ERR=235)(INBFD(I),I=2,10)
      C
      C     CHECK VARIOUS IMAGE PARAMETERS TOINSURE IMAGE REGISTRATION
      C
            IF(INBFN(3).NE.INBFD(3))GO TO 245
            DO 8 I=5,10
            IF(INBFN(I).NE.INBFD(I))GO TO 245
          8 CONTINUE
      C
      C     GENERATE PSUEDO CHANNEL NUMBER FOR OUTPUT HEADER.
      C
            INBFN(4)=(INBFN(4)*10)+INBFD(4)
            NPTS=INBFN(3)
            ISTRT=((PSTRT-INBFN(5))/INBFN(7))+1
            IEND=((PEND-INBFN(5))/INBFN(7))+1
      C
            PINCR=INBFN(7)
            LINCR=INBFN(10)
            INBFN(5)=PSTRT
            INBFN(6)=PEND
            INBFN(8)=LSTRT
            INBFN(9)=LEND
      C     WRITE HEADER ON OUTPUT DEVICE
      C
            WRITE(12'2341)(INBFN(I),I=2,10)
      C
      C     READ ANNOTATION BLOCK FROM ONE OF THE INPUT AND WRITE ON OUTPUT
      C
            READ(10'2342,END=225,ERR=235)(INBFN(I),I=1,144)
            WRITE(12'2342)(INBFN(I),I=1,144)
            READ(11'2342,END=228,ERR=238)(INBFD(I),I=1,144)
      C
      C     READ A LINE OF DATA FROM BOTH INPUT CHANNELS
      C
            IREC=LSTRT
         12 READ(10'IREC,END=250,ERR=260)LNUMN,(INBFN(I),I=1,NPTS)
            READ(11'IREC,END=250,ERR=265)LNUMD,(INBFD(I),I=1,NPTS)
            IF(IREC.EQ.LNUMN)GO TO 13
            IREC=IREC+LINCR
            GO TO 12
```

```
 85 ...   13 IF(LNUMN.NE.LNUMD)GO TO 252
 86 ...      LCNTR=LCNTR+1
 87 ...      DO 15 I=1,NPTS
 88 ...C
 89 ...C     CHECK FOR DEVIDE BY ZERO,THEN RATIO AND SCALE THE DATA
 90 ...C
 91 ...      IF((INBFD(I)-SF(2)).EQ.0)A=4096
 92 ...      IF((INBFD(I)-SF(2)).EQ.0)GO TO 14
 93 ...      A=((INBFN(I)-SF(1))/(INBFD(I)-SF(2)))*SCAL
 94 ...   14 INBFN(I)=A
 95 ...   15 CONTINUE
 96 ...C
 97 ...C     WRITE THE RATIOED SCAN LINE INTO THE OUTPUT FILE
 98 ...C
 99 ...      WRITE(12'IREC)LNUMN,(INBFN(I),I=1,NPTS)
100 ...      IREC=IREC+LINCR
101 ...      IF(IREC.GT.LEND)GO TO 250
102 ...      GO TO 12
103 ...C
104 ...C     VARIOUS AND SUNDRY DIAGNOSTIC MESSAGES
105 ...C
106 ...  225 WRITE(6,309)
107 ...      WRITE(6,311)
108 ...      WRITE(6,313)
109 ...      WRITE(6,315)
110 ...      STOP
111 ...  228 WRITE(6,309)
112 ...      WRITE(6,311)
113 ...      WRITE(6,317)
114 ...      WRITE(6,315)
115 ...      STOP
116 ...  235 WRITE(6,319)
117 ...      WRITE(6,311)
118 ...      WRITE(6,313)
119 ...      WRITE(6,315)
120 ...      STOP
121 ...  238 WRITE(6,319)
122 ...      WRITE(6,311)
123 ...      WRITE(6,317)
124 ...      WRITE(6,315)
125 ...      STOP
126 ...  245 WRITE(6,321)
```

```
      WRITE(6,323)
      WRITE(6,315)
      STOP
  250 WRITE(6,325)LCNTR
      ENDFILE 12
      WRITE(6,315)
      STOP
  252 WRITE(6,321)
      WRITE(6,323)
      WRITE(6,327)LCNTR
      WRITE(6,315)
      ENDFILE 12
      STOP
  260 WRITE(6,319)
      WRITE(6,313)
      WRITE(6,327)LCNTR
      ENDFILE 12
      WRITE(6,315)
      STOP
  265 WRITE(6,319)
      WRITE(6,317)
      WRITE(6,327)LCNTR
      ENDFILE 12
      WRITE(6,315)
      STOP
C
C     FORMAT STATEMENTS
C
  301 FORMAT(' * LIGMALS RATIO PROCESSING ROUTINE')
  309 FORMAT(' ***ERROR***',/,' * AN UNEXPECTED END OF FILE HAS BEEN ENC
     1OUNTERED')
  311 FORMAT(' * ERROR OCCURED WHILE ATTEMPTING TO READ HEADER INFO.')
  313 FORMAT(' * ERROR ON INPUT UNIT #3')
  315 FORMAT(' * PROCESS ATTEMPT TERMINATED.')
  317 FORMAT(' * ERROR ON INPUT UNIT #4')
  319 FORMAT(' ***ERROR***',/,' * A FATAL READ ERROR HAS OCCURED')
  321 FORMAT(' ***ERROR***',/,' * VIDIO INPUT ERROR')
  323 FORMAT(' * INPUT CHANNELS NOT IDENTICAL')
  325 FORMAT(' * FOR ENCOUNTERED ON VIDIO INPUT AFTER',I5,'LINES WERE RE
     1AD')
  327 FORMAT(' * ',I5,'LINES HAVE BEEN PROCESSED')
      END
```

```
      C
      C       SUBROUTINE SCTDGM
      C     ***************************************************************
      C     *** PROGRAM TO COMPUTE TWO-DIMENSIONAL VALUES OF DESIRED BANDS
      C     *** AND DESIRED DISTRIBUTION RANGE.
      C     *** DISTRIBUTION OF EACH CLASS RELATE TO THE EQUAL PROBABILITY OF
      C     *** THE CLASS WHICH HAS MAXIMUM MAHALANOBIS DISTANCE AT THE
      C     *** DESIRED DISTRIBUTION RANGE (MULTIPLE OF STANDARD DEVIATION
      C     ***************************************************************
      C
           COMMON /COM1/ CLNAME(10),VMEAN(2,10),SIGMA(2,2,10),SIGINV(2,2,10),
          1DEVIAT(2,10),IBAND(2),EE(10),DET(10)
           COMMON /COM2/ AA(2),CC(10), XMEAN(2),XSIGIN(2,2),YY(2),EE(2,100),
          1FF(100),II,JJ,PP(3)
      C
      C
      C     READ INPUT PARAMETER
      C
           READ (5,400) (IBAND(I),I=1,2),NSET,ICONTO,CXX
      400 FORMAT (4I5,F5.3)
           READ (5,402) (CLNAME(I),I=1,NSET)
      402 FORMAT (10A5)
      C
      C     READ INPUT STATISTIC :: 1 ST. AND 2 ND. RESPECTIVELY
      C
           DO 10 I=1,NSET
           DO 10 J=1,2
           READ (5,404) VMEAN(J,I),(SIGMA(J,K,I),K=1,2),(SIGINV(J,K,I),K=1,2)
          1,DET(I)
      404 FORMAT (6F10.5)
       10 CONTINUE
      C
      C     INITIALIZE VARIABLES USED
      C
           CONTO = ICONTO
           CMAX = 0.
           DO 15 I=1,NSET
       15 CC(I) = 0.
      C
      C     COMPUTE THE SQUARE OF MAHALANOBIS DISTANCE AT THE DESIRED
      C     DISTRIBUTION RANGE (MULTIPLE OF S.D. : ICONTO) AND SEARCH FOR
      C     THE MAXIMUM DISTANCE
```

```
43 ...C
44 ...        DO 40 I=1,NSET
45 ...C      STANDARD DEVIATION
46 ...        DO 20 J=1,2
47 ...        AA(J) = 0.
48 ...     20 DEVIAT(J,I) = SQRT(SIGMA(J,J,I))
49 ...C      DISTANCE FROM X TO MEAN : SQUARE
50 ...        DO 30 K=1,2
51 ...        DO 25 J=1,2
52 ...     25 AA(K) = AA(K)+(CONTC*DEVIAT(J,I)*SIGINV(K,J,I))
53 ...     30 CC(I) = CC(I)+(AA(K)*DEVIAT(K,I)*CONTC)
54 ...        IF(CC(I).LT.CMAX) GO TO 40
55 ...        CMAX = CC(I)
56 ...        IXX = I
57 ...     40 CONTINUE
58 ...        DO 41 I=1,NSET
59 ...     41 BB(I) = 1.0
60 ...        KK = 0
61 ...        GO TO 51
62 ...     42 KK = 1
63 ...C
64 ...C      COMPUTE THE DISTANCE SQUARE OF EACH CLASS AT THE EQUAL PROBABILITY
65 ...C      TO THE CLASS WHICH HAS MAX. DISTANCE
66 ...C
67 ...        DO 45 I=1,NSET
68 ...        IF(I.EQ.IXX) GO TO 45
69 ...        CC(I) = CC(IXX) - (2LOG(DET(I)/DET(IXX)))
70 ...     45 CONTINUE
71 ...C
72 ...C      COMPUTE THE DISTRIBUTION RANGE(MULTIPLE OF 1.0) OF EACH CLASS
73 ...C
74 ...        BB(IXX) = 1.0
75 ...        DO 50 I=1,NSET
76 ...        IF(I.EQ.IXX) GO TO 50
77 ...        BB(I)=((DEVIAT(1,I)**2)/(DEVIAT(2,I)**2))*SIGINV(1,1,I)
78 ...       1         +(DEVIAT(1,I)/DEVIAT(2,I))*(SIGINV(1,2,I)+SIGINV(2,1,I))
79 ...       2         +SIGINV(2,2,I)
80 ...        BB(I) = SQRT(CC(I)/BB(I))/DEVIAT(2,I)
81 ...     50 CONTINUE
82 ...C
83 ...C      MAIN COMPUTE OF TWO-DIMENSIONAL VALUES
84 ...C
```

```
   51 DO 80 I=1,NSET
C
C     WRITE HEADER INFORMATION
C
      WRITE (6,406) CLNAME(I)
  406 FORMAT (29X,A5,//5X,'MEAN VECTOR',10X,'COVARIANCE MATRIX',10X,
     1'INVERSE MATRIX')
      DO 55 K=1,2
   55 WRITE(6,408) VMEAN(K,I),(SIGMA(J,K,I),J=1,2),(SIGINV(J,K,I),J=1,2)
  408 FORMAT (4X,F10.5,10X,2F10.5,5X,2F10.5)
      WRITE (6,410)DEVIAT(1,I),IBAND(1),DEVIAT(2,I),IBAND(2),DET(I),
     1BB(I)
  410 FORMAT(//5X,'THE STANDARD DEVIATION IS',F10.5,5X,'FOR BAND',I2,
     1/27X,'AND',F10.5,5X,'FOR BAND',I2,//16X,'DETERMINANT IS',F10.5,
     2//9X,'DISTRIBUTION RANGE IS',F5.1,5X,'OF THE STANDARD DEVIATION')
      WRITE(6,412) IBAND
  412 FORMAT(//16X,'BAND',I2,28X,'BAND',I2)
C
C     SET THE PARAMETER USED
C
      DO 60 K=1,2
      XMEAN(K)=VMEAN(K,I)
      DO 60 J=1,2
      XSIGIN(J,K) = SIGINV(J,K,I)
   60 CONTINUE
      GG=CC(I)
C
C     CALCULATION LOOP
C
      AA(1) = 4.*GG*XSIGIN(1,1)
      AA(2) = (4.*XSIGIN(1,1)*XSIGIN(2,2))-((2.*XSIGIN(1,2))**2)
      XX = SQRT(AA(1)/AA(2))
      EE(1,1 ) = XMEAN(1)-(2.*XSIGIN(1,2)*XX)/(2.*XSIGIN(1,1))
      EE(2,1 ) = EE(1,1 )
      FF(1) = XMEAN(2) + XX
      PP(1) = XMEAN(1)+(2.*XSIGIN(1,2)*XX)/(2.*XSIGIN(1,1))
      PP(2) = PP(1)
      PP(3) = XMEAN(2) - XX
      WRITE(6,414) (EE(K,1),K=1,2),FF(1)
      DX = DXX
      IF(XX.GT.5.0) DX=0.5
      XX = XX-DX
```

```
      ITRY = XX/DX
      ITRY = ITRY*2 + 1
      II=1
      JJ=ITRY
   65 CALL SOLUT(XX)
      I1 = II+1
      J1 = JJ-1
      XX = XX-DX
      IF(XX.GT.DX) GO TO 65
      DB(1,II) = XMEAN(1) - (SQRT(AA(1)))/(2.*XSIGN(1,1))
      DB(2,II) = XMEAN(1) + (SQRT(AA(1)))/(2.*XSIGN(1,1))
      FF(II) = XMEAN(2)
C
C     WRITE OUTPUT VALUES
C
      DO 70 J=1,ITRY
      WRITE(6,414) (DB(K,J),K=1,2),FF(J)
  414 FORMAT (2(3X,F10.5),16X,F10.5)
   70 CONTINUE
      WRITE(6,414) FP
   80 CONTINUE
      IF(KK.EQ.0) GO TO 42
      STOP
      END
C
C     SUBROUTINE SOLUT (XX)
C
      SUBROUTINE SOLUT(XX)
      COMMON /COMM/ AA(2),DB(10),XMEAN(2),XSIGN(2,2),YY(2),FF(2,100),
     1FP(100),II,JJ
C
      ZZ=SQRT(AA(1)-(AA(2)*(XX**2)))
      YY(1)=( (2.*XSIGN(1,2))*XX+ZZ)/(2.*XSIGN(1,1))
      YY(2)= ((2.*XSIGN(1,2))*XX-ZZ)/(2.*XSIGN(1,1))
      DO 11 K=1,2
      DB(K,II) = XMEAN(1) - YY(K)
   11 FF(3-K,JJ) = XMEAN(1) + YY(K)
      FF(II) = XMEAN(2)+XX
      FF(JJ) = XMEAN(2)-XX
      RETURN
      END
```

ประวัติผู้เขียน

นายหาญ กิตติชานันท์ เกิดเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2495 ณ จังหวัดนราธิวาส สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อปี พ.ศ. 2519 เข้ารับการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2520 ระหว่างการศึกษาเป็นอาจารย์ผู้ช่วยสอนในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และเป็นผู้ช่วยวิจัยในโครงการวิจัย เรื่อง " การสร้างและพัฒนาโปรแกรม RECOGX ที่ศูนย์บริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย " โดยมี ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ เป็นหัวหน้าโครงการ เคยเข้ารับการอบรมและสัมนาเกี่ยวกับดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติในการพัฒนาประเทศ ณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เมื่อปี พ.ศ. 2521