

□ 論 文 □

# 交通研究에 있어서의 컴퓨터 그래픽스 응用に 관한 研究

Applications of Computer Graphics for Transportation Studies

金 洸 埴\*  
(成均館大 教授)

崔 潤 哲  
(延世大 教授)

目

次

I. 序 論

II. 컴퓨터 그래픽스의 概念과 시스템

III. 交通研究에 있어서의 컴퓨터 그래픽스의  
應用分野

IV. 結 論

## ABSTRACT

The purposes of this paper are to review the concept and system structure of computer graphics and to discuss the applicability of computer graphics technique as an analysis tool in transportation studies. To do this, several applications of computer graphics used for analyzing and solving transportation system problems were described and illustrated. The results indicate that computer graphics are found to be powerful aids to the analysis and design of transportation systems that typically involve large data bases and several interacting components.

The results also indicate that computer graphics can be a powerful tool for aiding planner, decision maker and citizen in making it easier to explain and interpret information through mapping and graphic display.

### I. 序 論

1960年代 初까지만 해도 컴퓨터는 하드웨어의 가격이 고가여서 그 活用範圍가 극히 制限되었으나 1960年代 末부터 第3世帶 컴퓨터가 개발됨에 따라 記憶容量, 資料處理速度, 費用面에서 크게 유리하여 컴퓨터의 活用度가 점차 擴大되는 추세를 보였다. 1970年代에는 하드웨어 技術의 비약적인 발달로 時分割 (time-sharing), 人間과 機械間的 相互作用 (man-machine interaction), 音聲認識 (voice recognition), 텔레코뮤니케이션 등

의 技術이 實用段階에 왔으며 1980年代를 전후하여 高性能의 마이크로 컴퓨터가 開發됨으로써 비교적 저렴한 費用으로 屢사리 人間과 컴퓨터間的 對話가 가능하게 되었다.

交通計劃에서 컴퓨터의 역할은 1960年代 初 미국의 시카고, 디트로이트地域의 交通計劃을 수립할 때 그 중요성이 인식된 이래 컴퓨터의 活用範圍는 더욱 다양해졌다. 즉 交通計劃에 필요한 인구, 고용, 토지이용, 교통시설, 통행형태, 기종점패턴, 유출입교통량 등의 방대한 조사자료를 分析, 處理, 評價하는데 컴퓨터의 活用이 필수적이고 특히 將來 交

\* 本學會正會員・工學博士

通需要를 豫測하는 數學的 模型은 컴퓨터의 도움없이는 定立하기가 곤란할 정도였다.

Douglass Lee는 컴퓨터에 의한 分析模型에 지나치게 의존하여 計劃을 수립한다는 것은 政策決定者의 判斷을 그릇되게 할 수 있다고 주장하여<sup>1)</sup> 한 때는 그 利用이 주춤한 적도 있었다. 그러나 컴퓨터는 政策決定의 補助手段으로서 그 役割이 增大하여 1980年代에 들어와서 都市計劃이나 交通計劃에서 컴퓨터革命을 맞이하고 있다.<sup>2)</sup>

傳統적인 交通計劃은 分析模型을 이용하여 長期的, 統合的인 단일의 完成된 計劃案을 만드는 데 重點을 두었다. 그러나 이러한 計劃案은 都市交通의 여건이 변함여 따라 政策決定者의 要求와 都市住民의 交通欲求를 충분히 만족시켜 주지 못하였다.<sup>3)</sup> 이러한 이유때문에 1970年代 中반부터 交通計劃을 政策決定過程과 有機的으로 연계시켜 計劃家, 政策決定者, 市民 상호간에 충분한 情報交換을 통하여 計劃을 수립하는 政策決定指向的計劃過程(decision-oriented planning process)이 대두되었다.<sup>4)</sup>

이 計劃過程의 특징을 요약하면 交通計劃家는 오늘의 政策決定이 장래에 어떤 味來를 갖는지 이해해야 하며, 分析對象地域과 問題의 範圍를 決定하는데 伸縮的이어야 하며, 分析結果에 대한 情報交換 計劃과 豫算過程의 연결, 計劃期間의 調整, 住民參與機會의 擴大 등을 고려해야 한다고 강조하고 있다.<sup>5)</sup> 즉 政策決定指向的의 接近은 計劃過程을 政治的 過程

의 맥락에서 파악하는 것으로 計劃家는 政策決定者와 市民의 價値, 目標, 欲求를 충족시킬 수 있도록 이들과 부단한 情報交換이 가능한 手段이 개발되어야 함을 前提로 하고 있다.

최근 컴퓨터補助政策決定(computer-aided decision making), 컴퓨터支援體系(computer support system) 등이 交通計劃分野에 적용됨에 따라 計劃樹立과 政策決定에 커다란 도움을 주고 있다. 특히 컴퓨터그래픽스(computer graphics) 技術은 政策決定者에게 分析結果를 쉽사리 이해하고 해석하는데 도움을 주며 일시에 많은 情報를 제공하기 때문에 그 用途가 다양해지는 추세에 있다.

본 研究는 이러한 점에 착안하여 交通研究에 있어서 컴퓨터그래픽스의 有用性을 파악하기 위해 첫째 컴퓨터그래픽스의 概念, 特徵, 시스템構造, 소프트웨어 등에 대하여 概觀하고, 둘째 기존의 研究事例를 통하여 컴퓨터그래픽스가 交通研究의 어떤 分野에 적용되었는지를 檢討하여 장래 利用가능성을 模索하는 것이 目的이다. 이를 위해 交通調査를 통하여 컴퓨터그래픽스의 有用性, 應用分野 및 限界性을 찾아보기로 한다.

## II. 컴퓨터그래픽스의 概念과 시스템

### 1. 컴퓨터그래픽스의 概念과 特徵

- 
- 註1) Lee, Douglass B. Jr., "Requiem for Large-Scale Models", Journal of the American Institute of Planners, Vol. 39, No. 3, pp. 163-178, 1973.  
 註2) Langendorf, Richard, "Computers and Decision Making", Journal of the American Planning Association, Vol. 51, No. 4, 1985, pp. 422-433.  
 註3) Altshuler, Alan, "The Politics of Urban Transportation Innovation", Technology Review, 1979.  
 註4) Meyer, Michael D. and Eric J. Miller, Urban Transportation Planning: A Decision-Oriented Approach, McGraw-Hill Book Company, New York, 1984, pp. 1-19  
 註5) Ibid., pp. 98-102.  
 註6) Foley, James D. and Andries Van Dam, Fundamentals of Interactive Computer Graphics, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, 1984, p. 3.

컴퓨터그래픽스는 어떤 事物의 形狀이나 圖形을 컴퓨터를 利用하여 入力, 構成, 貯藏, 檢索, 操作, 變更, 出力하는 分野이다.<sup>6)</sup> 최근까지 컴퓨터그래픽스는 하드웨어의 값이 비싸고 소프트웨어도 특수하게만 인식되어 用途가 制限되었다. 그러나 최근 몇년 동안 하드웨어 價格이 크게 下落하였고 또 어느 하드웨어에서나 共通的으로 利用될 수 있는 그래픽스 소프트웨어가 開發됨에 따라 應用分野가 擴大되기 시작하였다.

컴퓨터그래픽스는 크게 두가지로 나눌 수 있는데 受動式컴퓨터그래픽스( passive off-line computer graphics )와 對話式컴퓨터그래픽스( interactive computer graphics )가 그것이다. 前者는 走査機( scanner ), 計數機( digitizer ), 패턴認識機( pattern recognizer )등의 入力裝置를 이용하여 어떤 對象物을 디지털 데이터 형식으로 컴퓨터에 저장하여 필요할 때마다 플로터, 필름 등에 出力시키는 方法이다. 이에 비해 後者는 利用자가 디스플레이 裝置에 나타나는 그림의 내용, 형태, 크기, 색깔 등을 키보드, 라이트 펜( light pen ), 資料入力板( data tablet ), 조이스틱( joystick ) 등의 入力裝置를 이용하여 實時間( real time )에 動的으로 變化, 制御시키는 方法으로서 오늘날 컴퓨터그래픽스는 주로 이 方法이 많이 利用되고 있다.

컴퓨터그래픽스는 寫眞, 複寫技術, TV 이래로 그림을 만들어내고 再生시키는 技術中 가장 高次元의인 方法이다. 컴퓨터그래픽스의 특징은 抽象的이고 人爲的인 그림까지도 창조해낼 뿐만 아니라 어떤 그림이나 圖形을 컴퓨터에 저장한 후 나중에 필요에 따라 저장된 그림을 變化시킬 수도 있다는 점이다. 특히 對話式그래픽스는 人間과 컴퓨터가 터미널을 통해 그림의 창조, 저장, 재생, 변화 등을 즉시 수행할 수 있어 人間과 컴퓨터간의 對話를 잘 지원해 주고 있다.

정지된 그림도 情報傳達의 좋은 方法이기는 하지만 때로는 動態的으로 變化하는 그림이

더욱 效果의일 수도 있다. 예를 들면 시간의 變化에 따른 大都市 內 혼밀 交通發生量이나 分布量의 變化 또는 地域別 大氣汚染 水準의 차이 등을 動的인 그림으로 表現함으로써 變化過程을 쉽사리 識別할 수 있게 해준다. 이와 같이 컴퓨터그래픽스는 서술적인 內容이나 靜的, 動的인 그림의 조합을 통하여 利用者和 컴퓨터간의 情報交換을 활발하게 함으로써 서술적인 文章이나 數値만을 이용한 情報交換보다 훨씬 큰 效果를 提供해 준다.

## 2. 컴퓨터그래픽스 시스템

컴퓨터그래픽스 시스템은 크게 하드웨어 시스템과 소프트웨어 시스템으로 構成되어 있으며 하드웨어 시스템은 컴퓨터, 디스플레이 장치, 디스플레이 處理機( display processing unit ), 利用者 入力裝置 등으로 構成되어 있다. 하드카피( hard copy )는 프린트나 플로터를 利用하여 얻을 수 있다. 여기서는 出力裝置, 그래픽스 소프트웨어에 대하여 간단히 소개하기로 한다.

### 1) 出力裝置

컴퓨터그래픽스를 위한 出力裝置로서 디스플레이裝置는 컴퓨터그림을 畫面에 나타내 주는 媒介體 역할을 한다. 디스플레이裝置에는 크게 세가지 方式이 있는데 1960年代 中반에 개발되어 아직까지 사용되고 있는 벡터디스플레이( vector display ) 장치, 1960年代 후반에 개발된 DVST( direct-view storage tube )장치 그리고 1970年代 中반에 TV技術로부터 유래한 래스터스캐닝 디스플레이( raster scanning display ) 장치가 그것이다.

벡터디스플레이 장치는 디스플레이 버퍼저장장치( display buffer memory ), 디스플레이 처리기, CRT( cathod ray tube ) 등으로 구성되어 있다. 여기서부터 저장장치는 컴퓨터로부터 出力된 디스플레이 프로그램을 저

註7) 리프레쉬 버퍼( refresh buffer )는 디스플레이 리스트를 저장하고 있는 記憶場所를 말한다.

장하고 있으며 디스플레이 리스트는 點, 線, 文字등을 그리고 쓰는 基本的인 命令들의 모임이다. 이러한 命令들은 디스플레이 처리기에 의하여 하나씩 수행하는데 이때 命令語다음에 나오는 숫자는 아날로그 電壓으로 바뀌어 燐으로 입혀진 CRT 畫面에 走査되는 電子線을 조절하게 된다. 燐에서 방출되는 빛은 몇 천분의 1초 동안만 指續되기 때문에 이러한 깜빡이는 現象을 막기 위해 디스플레이 處理機는 디스플레이 리스트를 1초에 30번 이상 반복적으로 수행함으로써 燐을 계속 再活시켜 주는 역할을 한다. 벡터디스플레이 장치는 버퍼저장장치와 디스플레이 처리기의 價格이 비싸다는 단점을 가지고 있다.

이러한 단점 때문에 Tektronix 社는 월선유리한 DVST 裝置를 개발했는데 이것은 천천히 움직이는 電子線을 燐이 저장된 記憶網 (storage mesh)에 走査함으로써 映像을 만들고 이 映像을 지우기 전까지는 계속 畫面에 남아있게 하는 機能을 가지고 있다. 따라서 이 裝置는 버퍼와 再活過程을 생략할 수 있어 電話線을 통해 들어오는 低速(보통 300 ~ 1,200 baud)의 디스플레이 命令들을 그림으로 그리기에 적당하다. DVST 裝置는 그림의 모양이 시시각각으로 변하지 않는 그러나 복잡하고 解像도가 높은 線과 文字로 이루어져 그림을 그리는데 유리하다.

디스플레이 기술 발전에 크게 기여한 것은 역시 TV 技術로 부터 개발된 래스터 그래픽스 方式이다. 이것은 線, 文字, 多角形과 같은 기본모양(primitive) 들을 리프레쉬 버퍼<sup>7)</sup> 내에서 픽셀(pixel)이라 불리는 點들로 구성하여 저장하는 方式이다. 따라서 畫面에 나타나는 全體映像은 리프레쉬 버퍼를 위에서 아래로 走査線(scan line)을 따라가면서 그림으로 나타날 픽셀의 위치에 電子線을 走査함으로써 이루어 진다. 래스터 그래픽스는 立體의 表面에 색깔을 넣어서 實感나게 나타내는데 유리하며 미니컴퓨터나 마이크로컴퓨터 내에서는 주로 이 方式을 이용하고 있다.

## 2) 入力裝置

入力裝置도 出力裝置와 마찬가지로 그동안 많은 발전을 해왔다. 최근에는 音聲을 이용하여 디스플레이 裝置에 그림을 그리고 操作하는 入力裝置도 개발 중에 있다. 현재 주로 이용되는 入力裝置로서는 키보드, 그래픽스 入力板, 조이스틱, 마우스(mouse), 라이트펜 등을 들 수 있다. 이러한 入力裝置는 디스플레이 장치에 나타날 그림의 데이터를 입력시켜 그림의 모양, 크기, 위치, 색깔 등을 조작할 수 있는 기능을 가지고 있다. 이는 입력장치를 조정하면 컴퓨터 内部에 있는 해당 소프트웨어가 디스플레이 장치에 이러한 일들을 處理해 주기 때문이다.

컴퓨터 그래픽스의 입력장치로서 가장 전형적인 것은 키보드이다. 이것은 그래픽스 命令 또는 數値를 入力할 때 이용되며 이 때 入力된 命令이나 資料는 그래픽스 소프트웨어에 의해 해석되어 그에 해당하는 일을 하게 된다. 그래픽스 入力板은 모눈지와 같이 X, Y 軸에 平行한 선들이 入力板에 그어져 있다. 이것은 入力板에 연결된 鐵筆(stylus)이나 핸드커서(hand cursor)를 (X, Y) 平面에서 움직여 가면서 이용자가 원하는 座標를 찾을 수 있도록 고안되어 있다.

조이스틱은 수직으로 뺀 손잡이를 전후좌우로 움직이면 디스플레이 畫面上의 커서의 위치도 따라서 움직이도록 되어 있는데 이것은 커서를 정확한 위치에 빨리 옮길 수 없는 것이 단점이다. 마우스는 밑면에 바퀴가 달려 있어 平面에서 자유로이 움직이도록 만들어져 있다. 이것은 조이스틱과 마찬가지로 마우스 자체를 움직여서 디스플레이 畫面的 커서 위치를 조정하도록 되어 있다. 따라서 마우스는 그래픽스 프로그램이나 데이터를 入力시키는 裝置라기 보다 컴퓨터와 對話하는 장치로 주로 이용된다. 한편 라이트펜은 벡터디스플레이 장치위에서 그림의 어떤 構成要素 예를 들면 線, 點 또는 文字를 지적하여 펜에 달린 스위치를 누르면 거기서 陰極線이 방출되어

그림의 構成要素를 그리거나 지우도록 장치되어 있다.

### 3) 그래픽스 소프트웨어

컴퓨터그래픽스와 관련된 소프트웨어 시스템은 데이터 베이스 및 데이터構造, 응용프로그램 그리고 그래픽스 패키지로 이루어져 있다.

데이터 베이스는 디스플레이 장치에 표현될 사물이나 抽象의인 그림을 데이터 形態로 바꾸는 역할을 한다. 예를 들면 建物이나 自動車的 車體 등과 같은 事物을 묘사하는 그림을 컴퓨터가 理解할 수 있는 데이터 形態로 바꾸어 데이터 베이스에 저장하게 된다. 여기서 어떤 事物을 構成하고 있는 點, 線, 面 등의 幾何構造인 요소 뿐만아니라 색갈이나 패턴 등과 같은 物理的인 要素도 表現할 수 있어야 한다. 그러기 위해서는 아주 복잡한 데이터 構造가 필요하며 특히 3次元의 그림을 데이터 베이스에 저장하기 위해서는 더욱 복잡한 데이터 構造가 요구된다.

응용프로그램은 데이터 베이스로 나타난 事物의 映像을 디스플레이 裝置에 나타내는 機能을 담당한다. 그러나 응용프로그램은 그림을 직접 디스플레이 장치에 나타내기 위해서는 그것의 機械的作動原理를 이해하면서 作業을 수행해야 하기 때문에 그래픽스 패키지의 도움을 얻어 그림을 그리거나 조작하는 것이 보통이다.

그래픽스 패키지는 出力裝置에 아주 간단한 形態를 나타내는 서브루틴(subroutine)들의 集合으로서 응용프로그램에서는 필요에 따라 이들 서브루틴을 불러 이용하게 된다. 즉 이들 서브루틴은 一定한 크기의 點, 線, 多角形, 圓이나 圓弧 등을 지정한 위치에 그리는 일을 담당한다. 또한 그래픽스 패키지는 그림의 回轉, 擴大, 縮小, 移動 등 기하학적인 變換도 수행한다. 따라서 그래픽스의 응용프로그램 作成者는 入出力裝置의 作動原理나 基本的

인 알고리즘을 몰라도 그래픽스 패키지를 이용하면 자기가 원하는 응용프로그램을 작성할 수 있도록 도움은 준다.

### Ⅲ. 交通研究에 있어서의 컴퓨터그래픽스의 應用分野

交通計劃이나 交通運營은 다루는 目標가 다양하고 問題의 定義와 解消策을 마련하는데 反復的인 過程을 거쳐야 하고 또 理解當事者間的 選好를 결합해야 하는 分野이다. 뿐만 아니라 이 分野는 交通與件과 欲求變化에 伸縮的이어야 하며 不完全한 資料도 活用할 수 있고 將來의 不確實性을 처리하고 直觀이나 經驗的 判斷을 수용할 수 있어야 한다.

이와같이 交通計劃에서는 Keen과 Morton이 말하는 非組織的인 問題(unstructured problem)<sup>8)</sup>를 많이 다루기 때문에 컴퓨터를 利用한 政策決定이 필요하다. 특히 컴퓨터그래픽스는 컴퓨터그래픽스는 컴퓨터補助 政策決定의 한 수단으로서 判斷資料를 그림으로 表視하여 政策決定者에게 많은 情報를 쉽게 전달하는 技法이다. 여기서는 컴퓨터그래픽스의 일반적인 應用分野와 交通研究에서의 應用事例를 중심으로 살펴보기로 한다.

#### 1. 컴퓨터그래픽스의 應用分野

컴퓨터그래픽스는 저렴한 디스플레이 裝置, 이동이 편리한 소프트웨어의 개발, 高解像力을 가진 칼라 그래픽스가 가능한 마이크로 컴퓨터의 出現으로 그 利用分野가 다양해 가는 추세에 있다. 컴퓨터그래픽스의 대표적인 應用分野로서는 CAD (Computer - aided design), 經營, 科學技術, 시물레이션 및 애니메이션(animation), 프로세서의 制御, 사무 자동화 및 비디오 텍스트地理情報體系(geographic information system : GIS) 등을 들 수 있다.

최근 CAD를 이용하여 建物, 機械, 電子回

註8) Keen, Peter and Michael S. Morton, Decision Support Systems: An Organizational Perspective, Addison-Wesley, Reading, 1978.

路, 自動車, 飛行機 등을 設計하는데 이것은 이제까지 손으로 設計하던 것을 컴퓨터를 이용하여 보다 正確하고 效率的으로 設計하는 技法이다. CAD의 長點은 복잡한 設計나 동일한 設計를 반복해야 할 경우 컴퓨터가 이를 效率的으로 수행하여 기존의 設計를 쉽사리 變更할 수 있다는 점이다. CAD는 컴퓨터 記憶裝置에 設計에 필요한 構成要素를 저장했다가 이를 빨리 이용하는 技術이 개발되고 CAD시스템의 가격이 하라하고 또 設計作業은 컴퓨터와 對話式으로 수행할 수 있는 技術水準이 向上됨에 따라 그 活用도는 높아질 것으로 전망된다.

經營分野에서는 經濟現象이나 企業의 業務, 生産 및 在庫現況을 막대그림이나 파이그림으로 나타내는데 컴퓨터그래픽스가 유용하다. 科學技術分野에서는 實驗結果를 그림으로 表現함으로 전체적인 意味와 傾向은 쉽사리 視察하는데 컴퓨터그래픽스가 이용된다. 또한 시뮬레이션이나 애니메이션 분야에서 컴퓨터그래픽스는 核反應, 化學反應, 生體組織의 變化過程과 같이 어떤 現象이나 事物이 변화하는 모습을 생동감있게 나타내 준다.

이외에 프로세서 制御分野에서는 어떤 運營體系의 상태를 파악할 수 있는 感知機(sensor)를 부착하여 거기서 얻은 資料를 컴퓨터에 보내어 컴퓨터가 다시 그래픽스로 디스플레이 裝置에 나타나게 함으로써 그 體系의 전반적인 情報를 運營者에게 提供한다. 예를 들면 地下鐵, 發電所, 軍狀況室과 같은 곳이에 속한다.

## 2. 交通研究와 컴퓨터그래픽스

交通計劃에서는 수집된 資料를 그림으로 나타내는 것이 資料에 대한 理解, 分析, 評價가 용이하여 보다 바람직한 豫測模型을 整립하

는데 도움을 준다. 다시 말하면 交通計劃은 土地利用, 交通施設 및 運營 通行패턴 등 현 황자료 蒐集段階, 인구, 고용, 토지이용 등의 豫測段階, 통행발생, 통행분포, 통행수단분담, 노선별배분 등 通行要素豫測段階, 대안평가 및 최적대안 選擇段階 그리고 代案의 執行段階를 거치면서 여러가지 資料와 分析 模型이 필요하다. 이때 각 段階에서 필요한 資料를 컴퓨터그래픽스를 이용하여 값싸고 쉽고 빨리 그림으로 표현할 수 있다면 분석에 대한 時間的, 金錢的 負擔은 크게 줄어든 것이다.

이제까지 분석대상 지역의 基本圖, 인구 및 고용의 성장추이, 존별 인구 및 고용 등의 분포, 토지이용패턴, 존별 통행발생 및 도착량, 가로별 교통량 대용량의 비, 존간 기종점 통행패턴 등 分析에 필요한 그림은 사람의 손으로 그렸다. 이에 따라 많은 시간과 인력이 소요되어 정작 분석자체에는 그렇게 많은 노력을 投入하지 못한 것이 사실이다. 따라서 이러한 分野에 컴퓨터그래픽스 技術을 응용한다면 交通計劃에 있어서 자료분석의 量과 質을 개선할 수 있을 것이다.

交通計劃過程에서 空間資料를 그림으로 분석, 처리하는데는 地理情報體系(GIS)가 유용하다. 이것은 空間上的 각종 정보를 컴퓨터를 이용하여 蒐集, 貯藏, 處理, 檢索하도록 設計된 것으로 여기서 出力되는 情報은 보고서, 통계수치 그리고 그림으로 표현된다.<sup>9)</sup> 地理情報體系의 특징은 필요한 자료를 地圖上에 표현할 수 있고 기존의 다른 데이터 베이스를 活用할 수 있으며 일반적으로 쓰일 수 있는 자료를 정리해 둘 수 있다는 점이다. 地理情報體系의 적용분야로서는 도시 및 교통계획, 토지이용, 인구학, 지도학, 산림 및 자연자원 관리, 환경연구 등을 들 수 있다.<sup>10)</sup>

交通情報體系는 자료수집, 자료관리 및 분석, 자료생산 등 3개의 하위체계로 구성되어

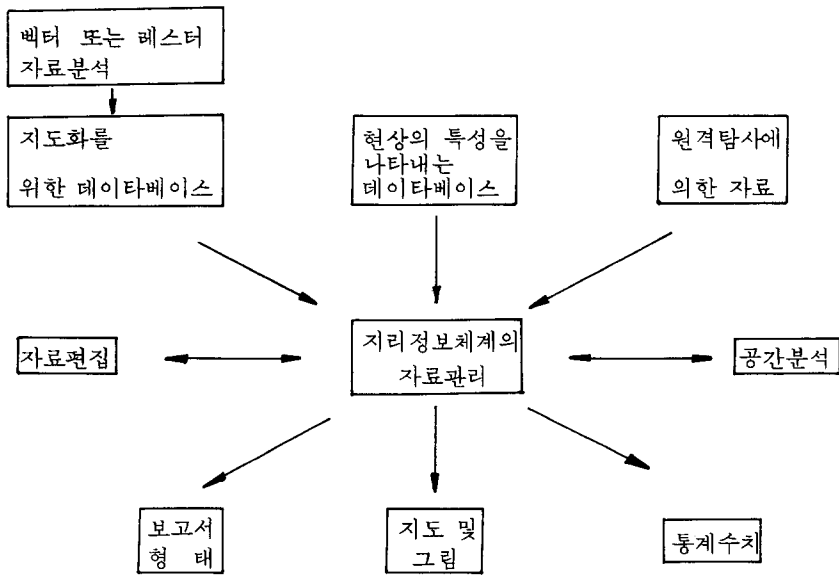
註9) Nagy, George and Sharad Wagle, "Geographic Data Processing", Computing Surveys, Vol. 11, No. 2, 1979, pp. 139-181.

註10) Kubo, Sachio, "ALIS: A Geographic Information System for Urban Research," IEEE Computer Graphics, 1984, pp. 68-76.

있다.<sup>11)</sup> 자료수집 체계에서는 필요한 자료를 두가지 형태로 수집하는데 하나는 地圖를 그리는 데 필요한 자료(cartographic database)와 다른 하나는 地圖上에 나타날 현상의 상태나 분포에 관한 자료(thematic database)이다. 자료관리 및 분석목적에 맞게 자료를 檢索, 處理, 轉換하는 기능을 담당한다. 한편 자료생산체계는 분석자가 원하는 자료의 결과를 出力裝置에 표현하는 것으로서 예를 들면 CRT는 분석결과에 대한 그림을 한쪽에 일시적으로 나타낼 때 이용되는 출력장치이다. 만약 分析結果를 영구히 보존하기 위해서는 하드디스크를 출력할 수 있는 플로터, 라인프린터, 필립기록기 등이 필요하다. <그림 1>은 地理

情報體系의 구성요소를 요약한 것이다.

현재까지 地理情報體系로 개발된 프로그램 패키지는 여러가지가 있는데 그중 ODYSSEY, NORMAP, DIME, ECS, SACARTS, WHIS, CGIS, STANDARD, GADS, NI-MS 등이 주로 많이 이용되고 있다.<sup>12)</sup> 특히 ODYSSEY는 하바드대의 컴퓨터그래픽스 및 공간분석 연구실에서 처음 開發되었는데 각종 地圖를 그릴 수 있는 SYMAP 프로그램이 유명하다. SYMAP은 H. T. Fisher가 처음 고안한 것으로서 入出力裝置로 카드, 프린터 뿐만 아니라 計數機와 그래픽 터미날을 이용하도록 개발되어 있다.<sup>13)</sup> 이것은 等高線地



<그림 1> 地理情報體系의 構成要素

註11) Knapp, Ellen M. and Deborah Rider, "Automated Geographic Information Systems and Landsat Data: A Survey", Harvard Library of Computer Graphics, 1979 Mapping Collection, pp. 57-99.

註12) 이들 패키지의 특성은 참조. Nagy, George and Sharad Wage, *ibid.*,

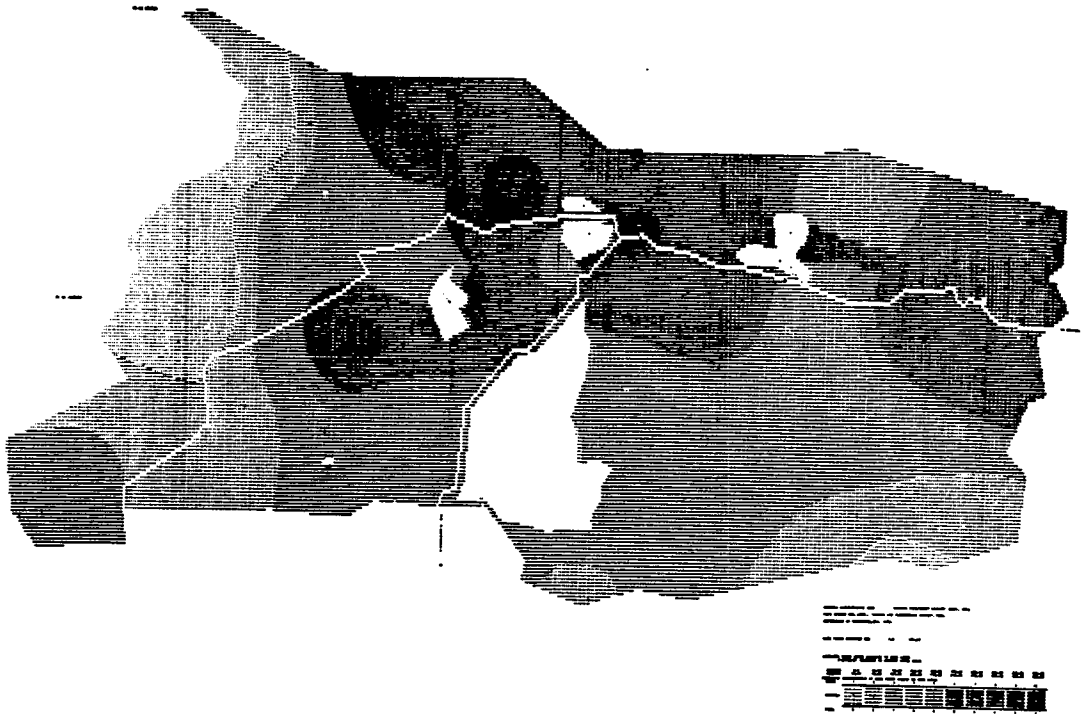
註13) SYMAP Manual Version 5, Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis, Harvard University, 1971.

圖, 明暗地圖 등 다양한 지도를 그릴수 있어 인구분포, 접근성, 토지이용 등을 나타내는데 유리하다. <그림 2>는 SYMAP을 이용하여 어느 지역의 특성을 地圖化한 것이다.

交通計劃에서 都市空間을 구성하는 요소들의 분포상태를 파악하는 것은 필수적인 작업 중의 하나이다. 예를 들면 존별 인구, 고용, 통행발생량과 도착량, 등록차량대수 또는 건물의 床面積 등에 관한 자료를 地圖上에 정

확하게 나타낼 수 있다면 計劃家나 政策決定者에게 그 地域의 空間構造나 形態에 관한 많은 정보를 쉽사리 제공해줄 수 있다.

<그림 3>은 워싱턴大의 Schneider 와 그의 연구진에 의해 개발된 UFGRAF을 이용하여 서울시의 人口分布를 나타낸 것이다.<sup>14)</sup> 이 그림에서 서울시를 80개 존으로 나누어 각 존별 인구의 크기를 圓으로 표현한 것이다. 여기서 서울시의 경계선과 한강을 그리기 위



<그림 2> SYMAP의 利用例

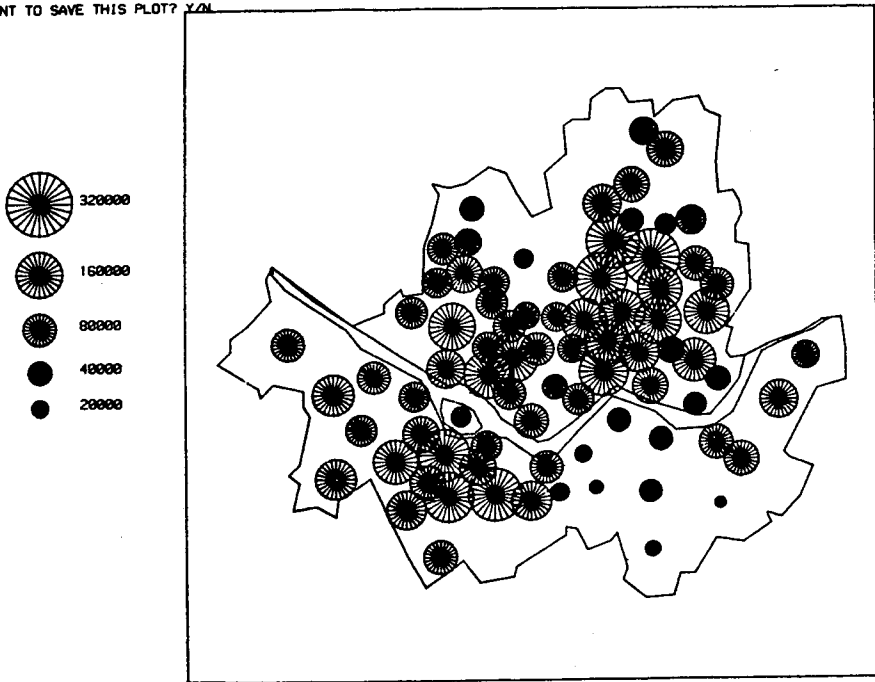
자료 : Baxter, R. S., Computer and Statistical Techniques for Planners, Methuem, 1976, p. 98

註14) UFGRAF 참조. 에 대한 자세한 설명은 Kim, Kwang Sik, An Investigation of the Relationships between Urban Form and Transportation Energy Consumption, Unpublished Doctoral Dissertation, University of Washington, Seattle, 1983.



SEOUL - 1977 - POPULATION

DO YOU WANT TO SAVE THIS PLOT? Y/N



〈그림 3〉 서울시의 존별 인구분포도

해 計數機(digitizer)를 별도로 이용하지 않고 (X, Y) 座標를 설정하여 이를 연결하도록 하였으며 각 존의 中心도 座標를 구하여 地圖上에 나타내었다. 이러한 그림은 空間構成要素의 분포상태를 파악하는데 유용하며 특히 분포상태의 연도별 변화추이를 비교하는데 도움을 준다.<sup>15)</sup>

〈그림 4〉는 SURFACE II를 이용하여 서울시 교통밀도를 2次元으로 나타낸 것으로서 東西쪽에서 比西쪽으로 俯角 40도로 내려다본 것이다. 이러한 그림은 構成要素의 分布상태를 立體的으로 나타내기 때문에 분포의 특성을 쉽사리 이해하는데 도움을 준다. 交通計劃에서 이와 같은 그림은 인구, 고용, 통행량, 접근도 등의 밀도를 파악하여 通行要素가 높

은 존을 지하철이나 버스로 연결하는 방안을 모색하는데 이용할 수 있다. 3次元 그림은 SURFACE II 이외 하바드大 컴퓨터그래픽스 및 공간분석연구실에서 개발한 ASPEX가 유용하다.

〈그림 5〉는 FLOWMAP 패키지를 이용하여 미국의 시애틀지역의 起終點 通行패턴을 나타낸 것이다. 기종점 통행패턴은 존과 존간의 通行량을 파악하여 이를 地圖上에 그리게 되는데 보통 線이 重複하여 기종점패턴을 분석하는데 어려움이 있다. 그런데 OLFWMAP과 같은 패키지를 이용하면 존간 通行량이 적은 부분은 생략할 수 있어 한 地域內의 通行移動패턴을 쉽사리 파악할 수 있다. 특히 起終點 通行패턴의 分析은 交通計劃에서 매우

15) 金光植, “서울시 都市形態測定에 관한 研究,” “國土計劃, 第21卷, 第1號, 1986, pp. 99-118.

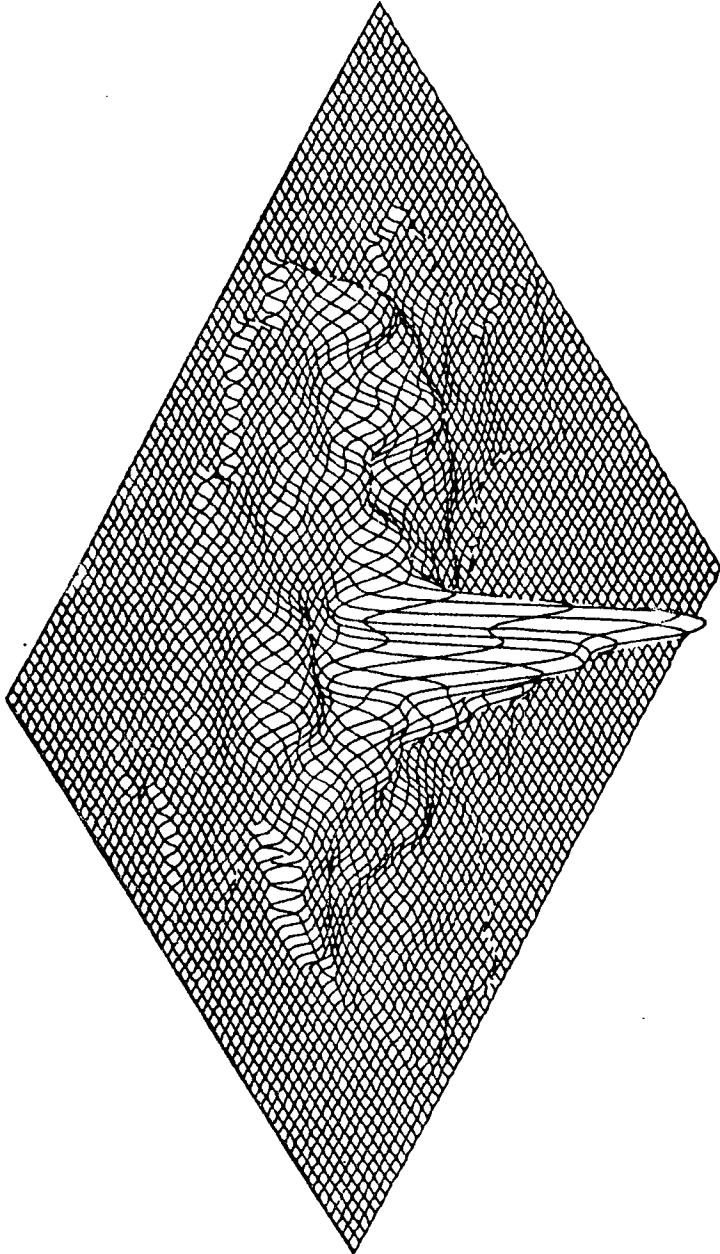


PLOT NO. 1  
AZIM : 45.0

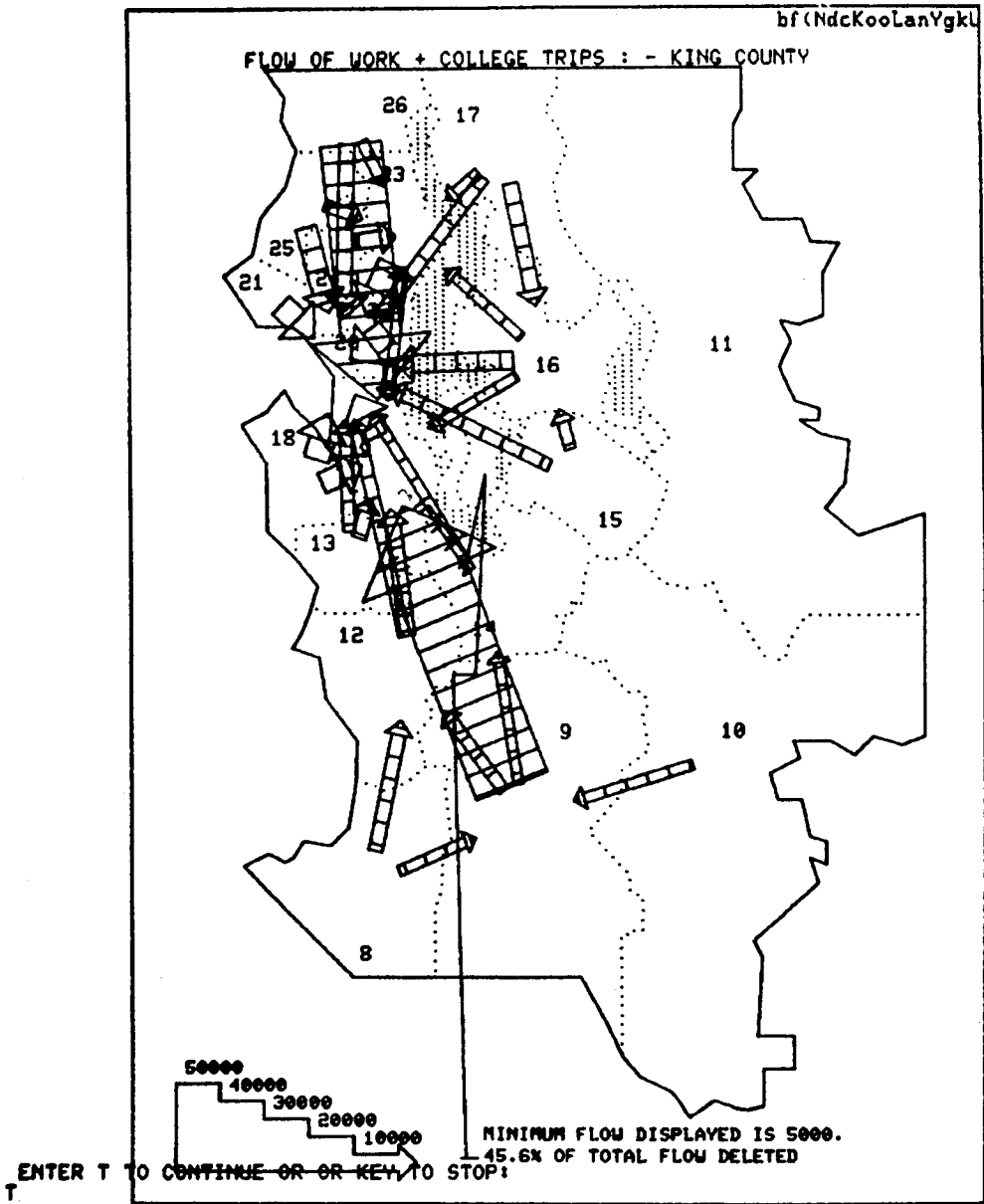
SEOUL - EMPLOYMENT - 1982

DATE 05/04/17  
ELEV : 40.0

TIME 12.55.08  
DIST : 10000



<그림 4> 서울시의 교통밀도

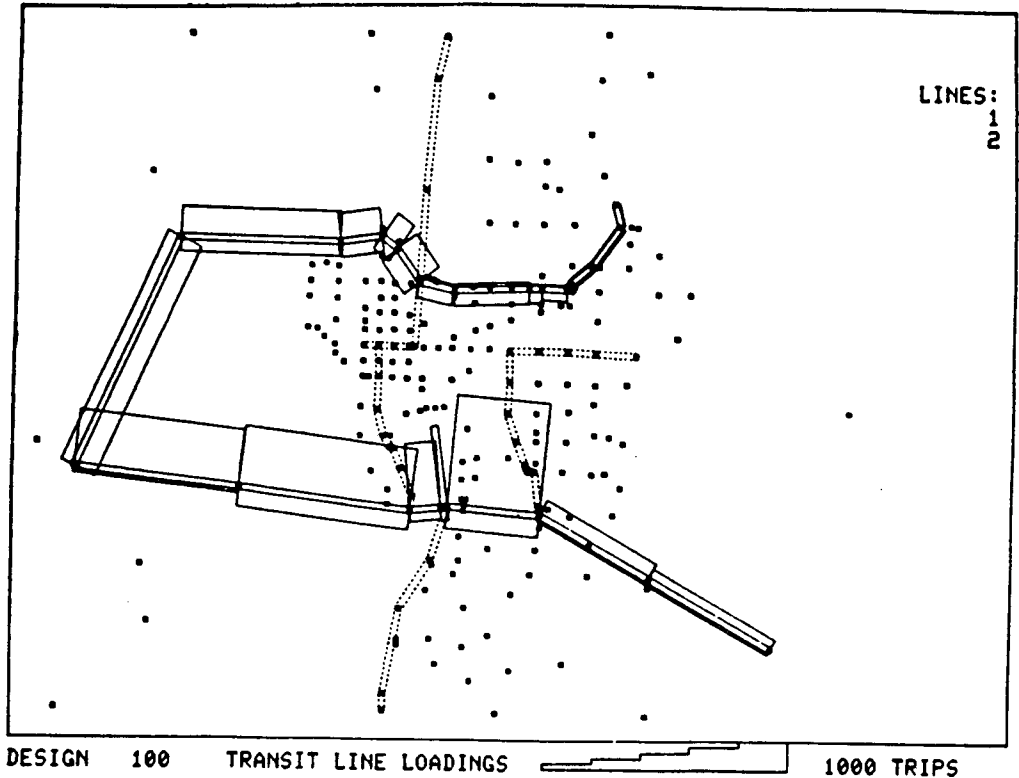


<그림 5> 起終點 交通分布圖

중요한 작업의 하나로서 交通手段別, 交通目的別로 기준점을 그림으로 파악하려면 작업의 수가 늘어나기 때문에 컴퓨터그래픽스를 이용함으로써 그 그림하는데 소요되는 시간과 인력을 줄일 수 있다.

<그림 6>은 시외의 부근의 벨뷰市的 街路上에 버스通行량을 나타낸 것이다. 이 그림은 TNOP이란 패키지를 이용하여 그린 것인데 街路의 區間別 通行량을 쉽게 파악할 수 있어 道路新設, 擴張, 交通運營體系 개선 등 여러

\*\*\* METRO TNOP BELLEVUE PROJECT \*\*\*



〈그림 6〉 TNOP에 의한 街路上의 交通量配分圖

가지 代案을 탐색하는데 도움을 준다. 최근 칼라그래픽스 技術이 발달함에 따라 街路의 容量과 交通量을 각기 다른 색깔로 표시하여 險路區間을 쉽게 찾아내는 技法이 개발되고 있다.<sup>16)</sup> 이와 같은 技法을 路線配定 (trip assignment)의 시뮬레이션 模型에 응용하게 되면 수많은 路線代案을 쉽사리 評價, 比較할 수 있을 것이다. 〈그림 7〉은 EMME/2를 이용하여 캐나다 워니펙市의 交通量을 나타낸 것이다. 이 그림은 개념상으로는 〈그림 6〉과 유사하나 方向別 交通量을 나타낸

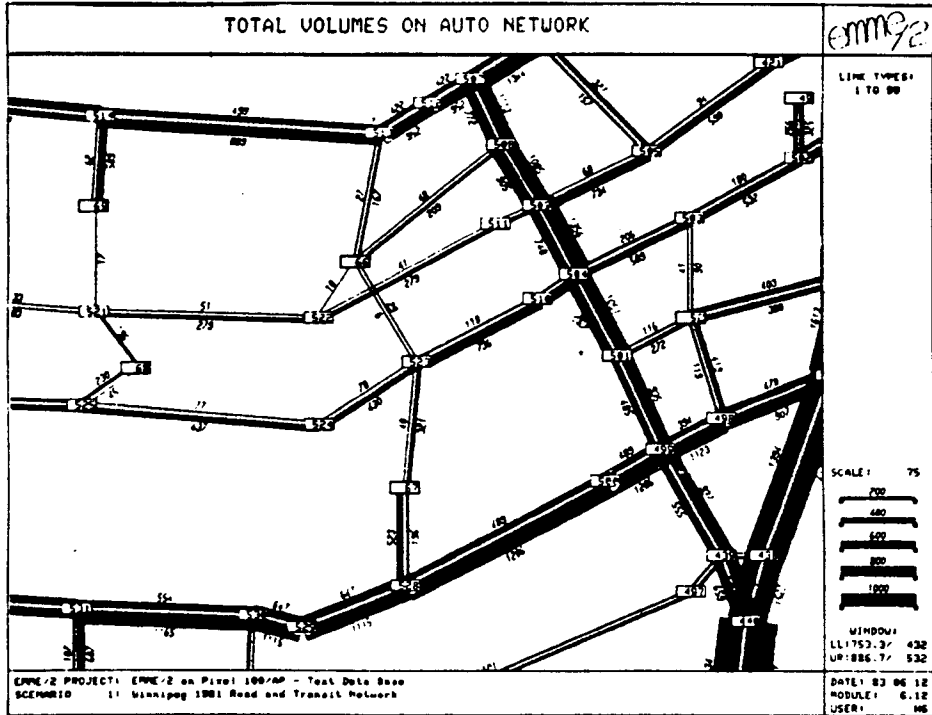
것이 특징이다. 이것은 午前, 午後 침두시간에 街路別 交通量이 어떻게 변하는지를 비교 분석하는데 도움을 줄 것이다.

〈그림 8〉은 휴스턴지역의 高速道路上的의 混雜區間이 시간대별로 어떻게 변하는지를 컴퓨터그래픽스로 그린 것이다.<sup>17)</sup> 이것은 Schneider가 NETWORK이란 패키지를 이용하여 그린 것인데 컴퓨터그래픽스가 交通體系管理 (transportation systems management) 技法에 매우 유용함을 제시해 주고 있다.

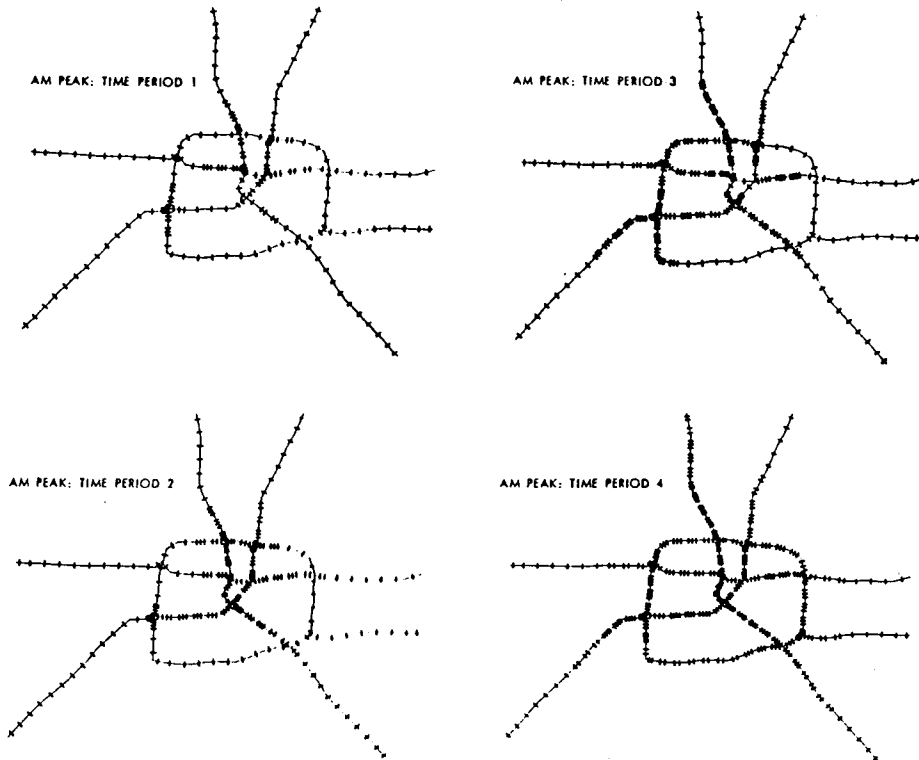
Schneider는 고속도로상의 混雜狀態를 컴퓨터

註 16) Krebs, M.J. and D.J. Wolf, "Design Principles for the Use of color in Displays", Proceedings of the Society for Information Display, Vol. 20, No. 1, 1979, pp. 10-15.

註 17) Schneider, J.B., "Mapping Congestion Patterns on Urban Highway Networks", in E. Teicholz and B.J.L. Berry, Computer Graphics and Environmental Planning, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1983, pp. 202-223.



〈그림 7〉 EMME/2에 의한 街路上의 交通量配分圖



〈그림 8〉 時間帶別 混雜區間變化圖

터그래픽스로 그릴 때 어떻게 나타내는 것이 이용자가 쉽게 이해할 수 있는가를 여러가지 형태의 그림을 이용하여 비교하였는데 화살표 등과 같이 方向을 나타내는 그림이 쉽게 이해하는데 도움을 준다고 주장하고 있다.

이상에서 컴퓨터그래픽스가 交通計劃이나 交通運營의 어느 부분에 어떻게 이용되는지를 기존의 研究를 중심으로 살펴 보았다. 여기서 제시된 것은 컴퓨터그래픽스 應用의 일부에 지나지 않지만 컴퓨터그래픽스가 交通研究에 필요한 資料分析의 量과 質을 향상시키는데 크게 기여할 수 있음을 시사하고 있다. 뿐만 아니라 컴퓨터그래픽스는 交通計劃이나 運營體系에 대한 전문지식이 부족한 政策決定者나 市民들에게 交通에 관한 分析結果를 이해시키는데 유용한 수단이 될 수 있음을 나타내고 있다.

#### IV. 結 論

본 연구는 交通計劃過程에 필요한 資料를 컴퓨터그래픽스 技法을 利用하여 圖表나 地圖 위에 나타낸 事例들을 검토하여 컴퓨터그래픽스의 有用性을 판단하는 것이 目的이었다. 이를 위해 컴퓨터그래픽스의 개념, 특성, 하드웨어 및 소프트웨어 시스템 그리고 컴퓨터그래픽스의 일반적인 應用分野와 交通研究에의 應用事例를 살펴보았다. 그 결과 다음과 같은 사실을 발견하였다.

첫째 交通研究에 컴퓨터그래픽스를 이용함으로써 分析에 필요한 다양한 資料를 쉽사리 처리할 수 있다는 점이다. 종래의 資料分析은 주로 統計數値를 해석하는데 초점을 두었으나 최근 컴퓨터그래픽스 技術이 발달함에 따라 統計數値를 그림으로 표현하여 분석하는 경향이 점차 높아지고 있다. 특히 交通計劃에서는 여러가지 調查資料를 처리, 분석해야 하기 때문에 地理情報體系와 같이 많은 자료를 調查目的에 맞게 圖表나 地圖 위에 그림으로 나타낼 수 있는 기법도 필요하다. 최근 캐나다의 Florian에 의해 개발된 EMME/2 패키지

는 交通計劃의 現況資料分析段階에서 土地利用 및 選擇段階에 걸쳐 컴퓨터그래픽스를 응용함으로써 計劃擔當者에게 작업의 편리성을 제공하고 있다.

둘째 복잡한 交通計劃過程에 컴퓨터그래픽스를 도입함으로써 資料分析內容을 이해하기 쉽게 傳達할 수 있다는 점이다. 아직도 대부분의 政策決定者는 交通計劃樹立을 위한 分析模型을 이해하거나 믿지 않으려고 하며 試行錯誤나 연속적인 政策決定過程을 선호하며 자기의 經驗이나 直觀을 중시할 뿐만 아니라 자기 다른 集團의 利害關係를 수용하고 다양한 目標을 동시에 고려하려는 경향을 지니고 있다. 또한 住民들은 자기의 利害得失만 주장하고 交通計劃에 대한 專問知識이 결여되어 있기 때문에 計劃家는 계획수립과정과 분석결과를 쉽게 설명할 수 있어야 한다. 이러한 計劃環境에서 컴퓨터그래픽스는 住民, 政策決定者 計劃家간의 情報交換과 對話를 촉진시킬 수 있는 좋은 수단이 될 수 있다. 왜냐하면 컴퓨터그래픽스는 分析結果를 다양한 그림으로 쉽게 나타낼 수 있는 기능을 가지고 있기 때문이다.

셋째 컴퓨터그래픽스는 交通研究分野에 크게 응용될 것인 점이다. 아직도 컴퓨터그래픽스는 특수한 入出力裝置와 그래픽스 소프트웨어가 필요하다. 그러나 최근 하드웨어 특히 記憶法과 마이크로프로세서의 가격이 계속 하락하고 있는데 비해 그 機能은 증대되고 있어 그렇게 비싸지 않는 프로세서와 出力裝置를 이용해도 상당한 수준의 그래픽스 응용이 가능하게 되었다. 특히 마이크로컴퓨터에 의한 컴퓨터그래픽스는 交通計劃에 필요한 자료를 圖表와 地圖화하며 또한 시뮬레이션을 수행함으로써 敎育用으로도 활용할 수 있다. 앞으로 컴퓨터에 의한 政策決定의 가능성과 응용범위가 넓어짐에 따라 交通計劃, 交通體系管理, 交通工學 등의 연구에 컴퓨터그래픽스, 人工智能 (artificial intelligence) 등 고도의 기술이 더욱 활용될 것으로 전망된다.

參 考 文 獻

1. 林岡源, 都市交通計劃: 理論과 模型, 서울大學校出版部, 1986.
2. Altshuler, A., *The Urban Transportation System, Politics and Policy Innovation*, MIT Press, Cambridge, 1979.
3. Batty, M., I. Bracken, C. Guy and R. Spooner, "Teaching Spatial Modelling Using Interacting Computers and Interactive Computer Graphics", *Journal of Geography in Higher Education*, Vol. 9, No. 1, 1985, pp. 25-36.
4. Baxter, Richard S. *Computer and Statistical Techniques for Planners*, Methuen, London, 1976.
5. Dickey, John W. (ed.), *Metropolitan Transportation Planning*, Hemisphere Publishing Co., New York, 1983.
6. Foley, J.D. and A. VanDam, *Fundamentals of Interactive Computer Graphics*, Addison-Wesley, Reading, 1984.
7. Keen, Peter and Michael S. Morton, *Decision Support Systems: An Organizational Perspective*, Addison-Wesley, Reading, 1978.
8. Langendorf, R., "Computers and Decision Making", *Journal of the American Planning Association*, Vol. 51, No. 4, 1985, pp. 422-433.
9. Meyer, M.D. and E.J. Miller, *Urban Transportation Planning*, McGraw-Hill, New York, 1984.
10. Schneider, J.B., "Applications of Computer Graphics in the Transportation Field", *Computer Graphics*, Vol.1, No.13, 1978.
11. Strobel, H., *Computer Controlled Urban Transportation*, John Wiley and Sons, Chichester, 1982.
12. Teicholz, E. and B.J.L. Berry, *Computer Graphics and Environmental Planning*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1983.