

## 컴퓨터를 이용한 일조권 분석에 관한 연구

김 광 우  
서울대학교 건축학과 교수

### A Study on the Computer-Aided Solar Rights Analysis

**Kwang-Woo Kim**  
*Dept. of Architecture, Seoul National Univ.*

#### 국문초록

본 연구에서는 건물의 계획 단계에서 각 부위별 일조환경의 정량적 검토 및 분석이 가능하도록 하기 위해, 월드램을 이용한 일조환경 분석기법과 일조시간표를 이용한 일조환경 분석을 제안하고, 이를 전산화하여 정확하면서도 빠른 시간내에 보다 과학적이고 정량적으로 판단할 수 있는 기법을 제시하였다.

본 연구에서 제안하는 기법이 어떠한 지역에서도 활용할 수 있도록 하기 위하여, 분석대상 부지의 위도에 따른 월드램 작성 과정을 전산화 한 뒤, 대상 건물을 선정하여 이에 대한 일조환경 분석기법을 다음과 같이 개발하였다.

- 1) 월드램 상에 대한 건물의 일조환경을 표현하기 위한 알고리즘을 제시하고, 이를 전산화 하였다.
- 2) 월드램 상에 표현된 대상 건물의 일조환경 분석을 위한 일조 시간표 작성 알고리즘을 제시하고, 이를 전산화 하였다.
- 3) 두가지 설계 대안을 월드램에 동시에 표현하였을 때를 평가하기 위한 일조시간표 작성 알고리즘을 제시하고, 이를 전산화 하였다.

#### ABSTRACT

The study aims to make it possible to analyze the solar rights of a building quantitatively at building design stage. The solar rights analysis method utilizing Waldram diagram and solar rights table is suggested, and computerized for an accurate, quick and quantitative analysis.

To make the suggested analysis method can be applied at any location, Waldram diagram generating process for a given latitude was computerized. The solar rights analysis for a selected sample building block was processed in accordance with the development of analysis method.

The results of the study are :

- 1) An algorithm to present the solar rights of a building on Waldram diagram was developed and computerized.
- 2) An algorithm to generate the solar rights table was developed and computerized.
- 3) An algorithm to generate the solar rights table to analyze the difference of two alternatives was developed and computerized.

## I. 서 론

### 1. 연구의 배경 및 목적

태양이 어느 건물이나, 주위 장애물에 의해 차단되어 그림자가 지는 것 일영이라 하며, 한 건물의 위치에서 주변의 건물이나 장애물에 의해 그림자가 생기지 않고 햇볕을 받는 것을 일조라 하겠다. 건축 계획에 있어서 부지의 잠재력을 평가하기 위해서는 그 부지의 일영, 일조 환경을 검토하는 것이 당연한 과정이며, 그 결과는 필히 설계에 반영되어져야 한다. 더욱이 계획하고 있는 건물이 인근의 건물에 미치는 영향을 판단하기 위해서는 각각의 대안이 인근에 미치는 영향을 분석할 수 있어야 할 것이다.

계획 건물의 그림자가 주위에 미치는 영향인 일영 환경을 검토해 볼 수 있는 기법으로서는 평면일영도, 입면일영도, 단면일영도, 입체일영도<sup>1)</sup> 등이 있다. 그러나 이들은 계획 건물과 주위의 조건이 완전히 결정된 상태에서의 영향을 검토하는데 유용히 쓸 수 있는 기법이다. 그러므로 건물을 계획해 나가는 과정에서 계획 건물의 각 부위에 대한 판단을 하기 위해서는, 계획 건물의 각 부위에서의 일조환경(햇볕을 언제 어느 정도 받을 수 있는가?)을 과학적이면서도 정량적으로 평가할 수 있는 분석 방법이 필요로 하게 된다.

계획 건물의 각 부위에서 인근의 장애물에 의한 일조환경을 검토해 볼 수 있는 기법으로는 월드

램을 이용한 분석 방법<sup>2)</sup>이 제시되고 있다. 이를 위해서는 그 지역의 위도에 맞는 월드램이 있어야 하고, 계획 건물의 평가하고자 하는 부위에 해당하는 위치에서 현장 실측을 실시해야 한다. 또한 설계단계에서 여러가지 대안들을 평가하여야 하는 경우, 일조환경 검토를 수작업으로 하게 된다면 많은 노력과 시간이 요구될 뿐만 아니라 부정확해지기 쉬우므로, 일조환경 평가를 빠르고 정확하면서도 손쉽게 할 수 있는 기법의 개발은 필수적이라 하겠다.

따라서 본 연구는 건물에서의 일조환경을 분석할 수 있는 기법을 제안하고, 이를 전산화함으로써 정확하면서도 빠른 시간내에 검토할 수 있도록 하여, 건물의 계획단계에서도 각 부위별 일조환경의 정량적 검토 및 분석이 가능하도록 하는데 그 목적이 있다.

### 2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 건물의 계획단계에서 각 부위별 일조환경의 정량적 검토와 분석이 가능하도록 하기 위하여, 월드램을 이용한 일조환경 분석 기법과 일조 시간표를 이용한 일조환경 분석 기법을 제안하고, 이를 빠르고 정확하며 손쉽게 만들어서 활용할 수 있도록 하기 위하여 월드램과 일조 시간표 작성 과정을 전산화 한다.

본 연구의 진행 방법은 다음과 같다.

- 1) 분석 대상 부지의 위도에 따른 월드램 작

성을 전산화하여 어느 지역에서도 활용할 수 있도록 한다.

2) 대상 건물을 선정하여 일조환경 분석 내용을 전제로 하여두고,

3) 월드랩 상에 대상 건물의 일조환경을 표현하기 위한 알고리즘을 제시하고, 이를 전산화한다.

4) 월드랩 상에 표현된 대상 건물의 일조환경 분석을 위한 일조 시간표 작성 알고리즘을 제시하고, 이를 전산화 한다.

5) 두가지 설계 대안을 월드랩에 동시에 표현하였을 때를 평가하기 위한 일조시간표 작성 알고리즘을 제시하고, 이를 전산화 한다.

## II. 일조권 분석을 위한 예비 작업

### 1. 태양시(Solar Time)

태양과 관련하여 시각을 표시하는 방법에는 지방시로 표현하는 법과 태양시로 표현하는 방법이 있다. 그러나 본 연구에서의 일조환경 분석이 월드랩 다이어그램과 관련되어 있으므로, 지방시보다는 태양시를 적용할 경우, 계절에 따른 월드랩 상의 시간을 쉽게 읽을 수 있을 뿐만 아니라, 12시가 항상 태양의 남중시가 되므로 시간의 개념과 태양의 위치와를 연관시키기 편리해 해석이 쉬워지는 장점이 있으므로, 앞으로 본 연구에서 표현되는 모든 시각은 태양시를 적용하여 표현하기로 한다. 태양시와 지방시와의 관계는 다음과 같다.

$$AST = LST + ET + (LON - 135) - 15 \quad (1)$$

여기서,

AST : 태양시 (apparent solar time)

LST : 지방표준시 (local standard time)

ET : 균시차 (equation of time)

135 : 한국 표준시의 기준 자오선 (local standard time meridian, °)

LON : 지방 자오선 (local longitude, °)

### 2. 태양의 위치 계산

월드랩을 작성하기 위하여는 주어진 시각에 대한 태양의 위치를 정확하게 계산해 낼 수 있어야 한다. 태양의 위치를 구하는 수학적 수식 모델은 여러 문헌에 제시되고 있으며, 이들 중 가장 타당성이 인정되는 수식모델<sup>3)</sup>을 이용하여, 다음과 같이 해당 지역의 위도, 월, 일, 시를 입력시키면 태양의 고도각과 방위를 구할 수 있도록 전산화 하였다.

태양의 고도각은,

$$\sin\beta = \cos L * \cos\delta * \cos H + \sin L * \sin\delta \quad (2)$$

태양의 방위각은,

$$\cos\phi = (\sin\beta * \sin L - \sin\delta) / (\cos\beta * \cos L) \quad (3)$$

$\beta$  : 수평면상에서부터 측정된 태양의 고도각 (solar altitude)

$\phi$  : 남쪽에서부터 측정된 태양의 방위각 (solar azimuth), 동쪽은 (-), 서쪽은 (+)

$L$  : 지방의 위도 (local latitude)

$\delta$  : 일적위 (solar declination)

$H$  : 정오에서부터 시간각 (hour angle)으로 표시한 진태양시, (오전은 -, 오후는 +)

이렇게 전산화된 프로그램으로 계산한 결과의 타당성을 검증하기 위해, 서울 지방에서의 시각 별로 계산된 태양의 위치를 역서(1992)에 수록된 결과와 비교한 바 <표 1>과 같이 거의 일치함을 확인하였다.

표 1. 서울지방, 7월 20일 기준 시간별 태양고도 및 방위각

구 분	고 도 각(°)		방 위 각(°)	
	역 서	프로그램	역 서	프로그램
9 : 00	40.2	40.2	-86.2	-86.1
12 : 00	71.2	71.2	-28.8	-28.7
15 : 00	55.0	55.0	71.2	71.2
18 : 00	19.7	19.7	101.3	101.3

### 3. 일출, 일몰시각 계산

월드램 상에 표현될 태양이 위치가 전체적으로 연결되어 매끄럽게 표현되기 위하여는, 표현될 태양 위치의 시작점과 마지막 점이 될 일출, 일몰 시각을 알아야만 한다. 그러므로 해당 지역의 위도, 월, 일을 입력시키면 그날의 일출, 일몰 시각을 구할 수 있도록 하였다.

일출, 일몰시의 고도각은 0°이므로 (2)식을 이용하면 다음과 같다.

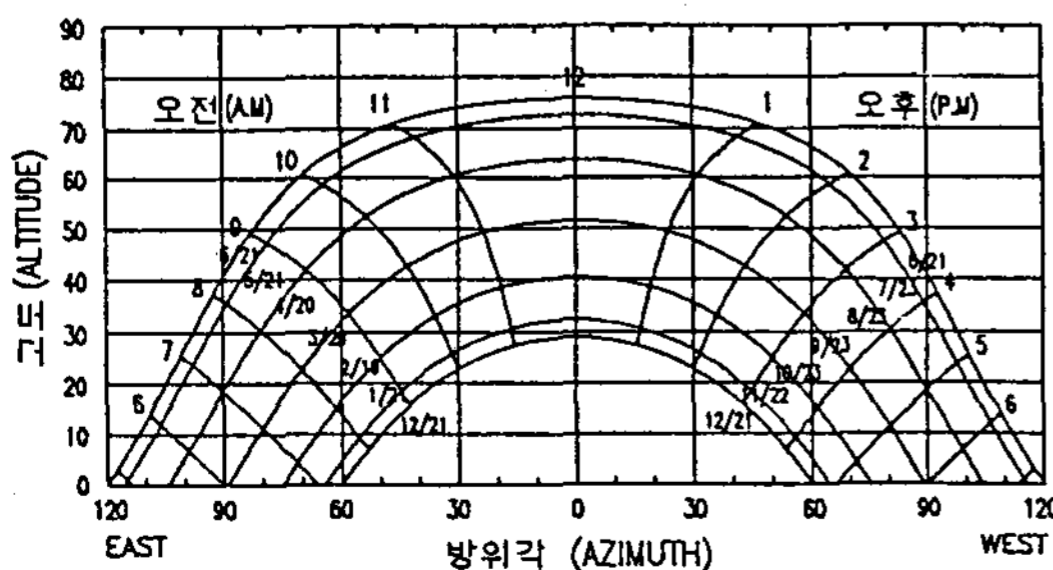
$$\cos H = (-\sin L * \sin \delta) / (\cos L * \cos \delta) \quad (4)$$

$$H = \text{ArcCos}(\cos H)$$

여기서, H는 정남을 기준으로 한 시간각이므로 시간당 15°로 환산하여 일출, 일몰시간을 계산한다.

### 4. 월드램 작성 전산 프로그램의 개발

본 연구에 있어서의 일조환경 분석은 월드램을 이용한 시각적 분석으로부터 시작되므로, 분석을 위한 모든 정보가 월드램 상에 표현될 수 있어야 한다. 그러므로 분석 대상 지역의 위도만 입력하면, 앞의 절에서 설명한 공식 (2), (3), (4)를 이용하여 계산한 월별 시각별 (10분 간격으로 계산) 태양의 위치 즉, 방위각과 고도를(x, z) 좌표로 환산하고, 컴퓨터의 프로그램 (여기서는 QuickBasic)의 그래픽 모듈을 이용하여 다음과 같이 월드램을 작성하도록 전산화 하였다.



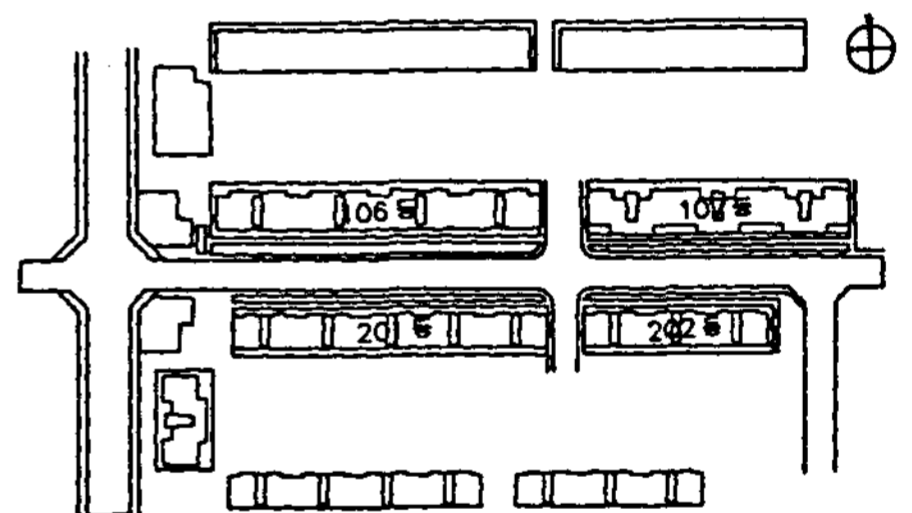
[그림 1] 전산 프로그램으로 작성된 월드램 (위도 : 37.5°)

### III. 사례 분석을 위한 대상 건물

개발된 컴퓨터 모의실험에 의한 일조환경 분석 기법의 적용은 0시에 소재한 7아파트 단지를 대상으로 하여, 15층인 106동, 107동의 남측에 위치한 201동, 203동이 현재 15층인데, 13층으로 계획할 경우, 106동, 107동 300세대의 일조 환경이 각각 어떻게 달라지는지 분석해 보기로 한다.

#### 1. 분석 대상 건물 개요

대상 아파트가 소재한 단지의 구성은 4개 단지로 되어 있으며, 분석대상인 1단지의 106동과 107동, 2단지의 201동과 202동의 배치는 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 분석 대상 아파트 단지의 배치도

#### 2. 대상건물의 데이터 입력

일조환경을 정확히 분석하기 위해서는, 대상 건물과 인근의 장애물과의 관계를 명확히 (x, y, z좌표로) 입력하여, 일조환경 분석 프로그램으로 넘겨줄 필요가 있다. 이러한 과정에서는 조그만 오차도 없어야 하므로 세심한 주의를 요하는 작업이 되나, 기존의 컴퓨터 그래픽 프로그램을 이용하면 보다 쉽고 정확하게 입력 자료를 만들어 낼 수 있다.

본 연구에서는 국내에서 보편적으로 사용되고 있는 컴퓨터 그래픽 프로그램의 일종인 Auto-Desk사의 AutoCAD Release 11을 이용하여, 대상 건물과 주변 건물의 좌표를 입력하였으며, 입력된

자료는 DXF 화일로 출력하여, 다른 프로그램에서도 모든 좌표를 읽어 들일 수 있도록 하였다.

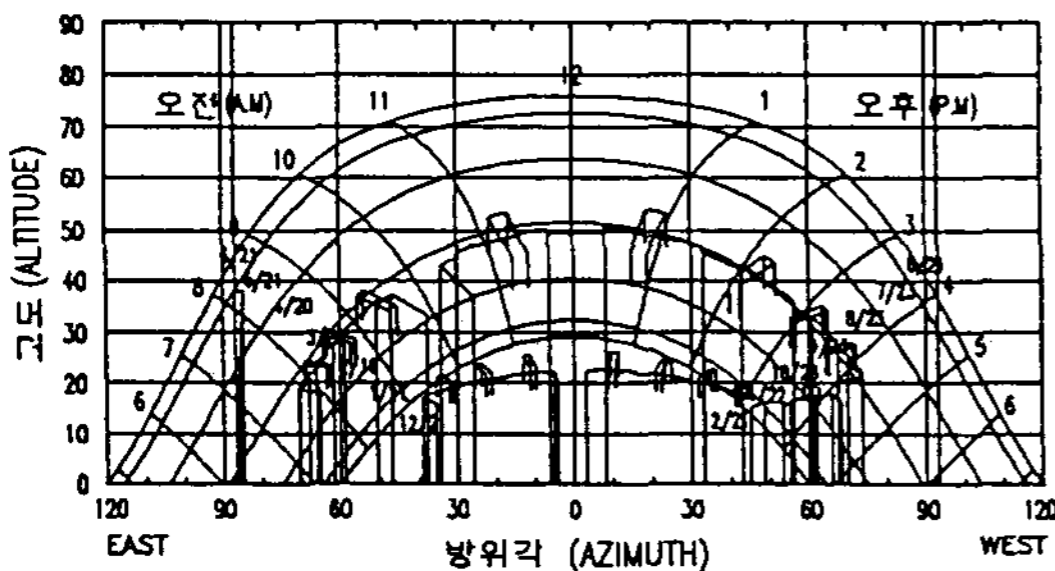
#### IV. 월드램(Waldram)을 이용한 일조권 분석

일조환경 분석에서는 월드램을 이용하는 방법이 일반적으로 사용되고 있는데, 이 방법은 천구상의 태양경로를 수직 평면상에 직교좌표로 나타내고, 주변건물들과 환경의 양상을 같이 사영형식으로 겹침으로써 임의의 날짜에 있어서 일조시간을 파악할 수 있는 기법이다. 따라서 일출, 일몰 사이의 가조시간 중에서 주변건물에 의해 그림자가 생기는 일영시간과 가조시간에서 이를 뺀 일조시간을 검토할 수 있다.

##### 1. 일조환경을 월드램 상에 표현하기 위한 알고리즘

AutoCad에서 DXF화일로 출력한 좌표를 읽어 들여 투시도 기법에 따라 좌표를 치환한 뒤, 시점에 대한 각도 즉 방위각과 고도를 계산하고, 이를 태양의 위치 개념과 마찬가지로 간주하여 (x, z)좌표로 치환하여 앞에서 개발된 월드램상에 [그림 3]과 같이 표현하였다.

이와 같이 월드램에 나타나는 천공일영도는 한 세대에 있어서도 각 창문마다 달라지게 되고, 하나의 창문에 대해서도 시점을 어디로 잡느냐에 따라서도 달라지게 된다. 그러므로 본 연구에서는 각 세대당 그 세대를 대표할 수 있는 곳을 한

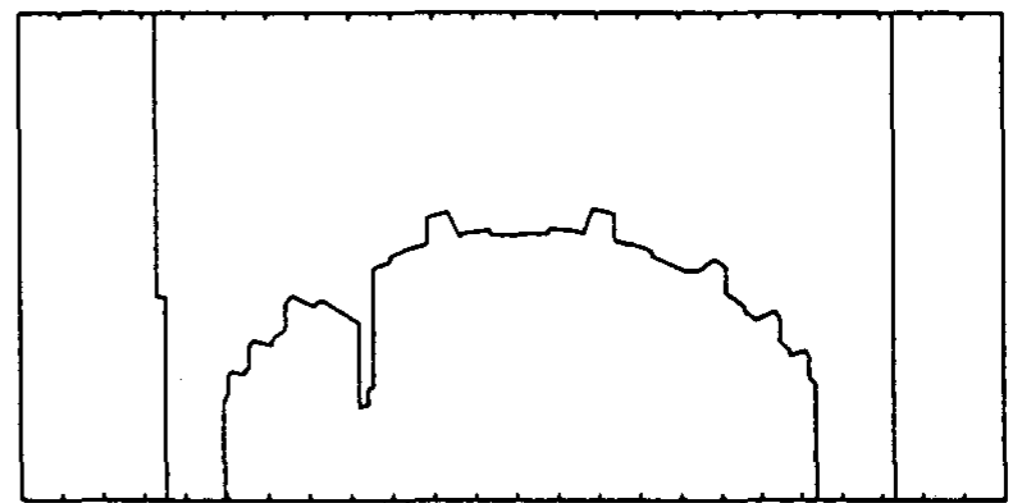


[그림 3] 월드램 상에 치환되어 표현된 주위의 장애물 (201동과 202동)

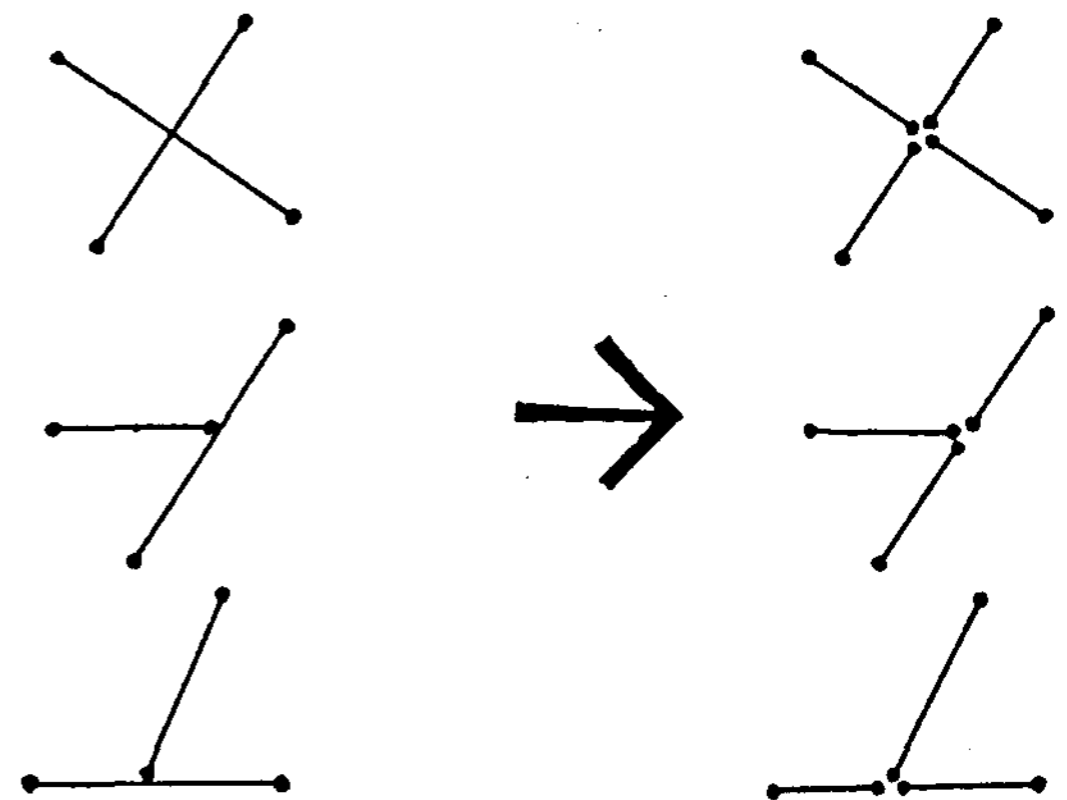
점씩, 즉 남측에 면한 외피면의 중앙(각세대의 바닥에서 높이 1.3m되는 지점)을 기준으로 설정하였다.

이렇게 월드램 상에 표현된 주위 장애물의 형태는 매우 복잡하게 인식되므로, 일조시간의 평가를 위하여는 장애물의 외곽선으로만 이루어진 윤곽을 알아야만 한다.([그림 4]참조) 이러한 작업은 사람의 눈으로 판단할 때에는 쉽게 할 수 있겠으나, 여러 지점에 대한 평가를 한다던지, 5장에서 설명될 일조 시간을 정확히 판단하기 위하여는 이러한 과정이 전산화되어 이루어질 필요가 있다.

장애물의 외곽선을 찾는 알고리즘은 기존의 컴퓨터 그래픽 테크닉 중 은선제거(hidden line removal) 알고리즘의 일부를 응용하면 쉽게 해결할 수 있다. 즉 월드램 상에 표현된 모든 선을 검토하여, 선의 교점이 있으면 교점을 구하고, [그림 5]에 도해된 바와 같이 해당되는 선들을

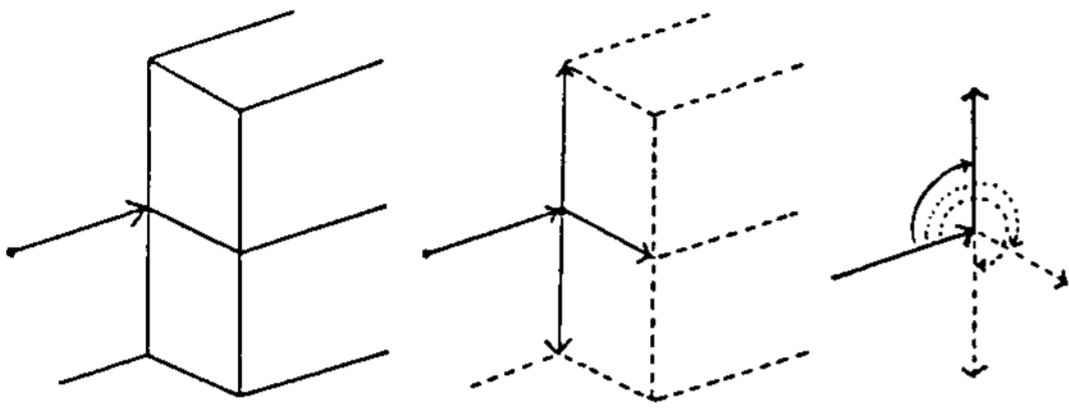


[그림 4] 외곽선만 표현된 장애물 (201동과 202동)



[그림 5] 교차되는 선들의 데이터 재구성 개념

각각 이등분해 두는 것이다. 이렇게 모든 선의 데이타가 재구성되면, [그림 6]에서와 같이 두 선간의 사이각이 가장 작은 선들을 찾아가면 장애물의 외곽선이 구해지게 된다.

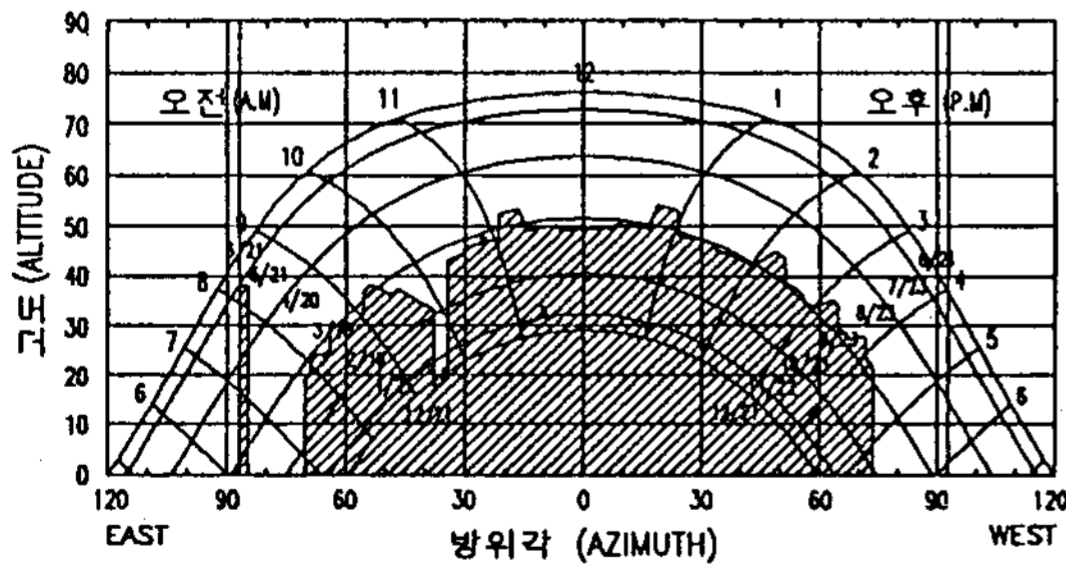


- (a) 선의 구성 상태
- (b) 공유점 가지는 선 구하기
- (c) 사이각이 가장작은 선 찾기

[그림 6] 장애물의 외곽선을 찾아가는 알고리즘

## 2. 월드랩을 이용한 일조권 분석

이렇게 [그림 4]와 같이 주의 장애물을 앞에서 개발한 월드랩과 같이 겹쳐서 그려두면 일조권은 다음과 같이 해석 된다. 즉, [그림 7]에서 춘추분의 경우, 태양 궤적선이 짙게 표현된 부분에 의해 가려지는 시간 동안은 햇볕을 받을 수 없고, 가려지지 않는 시간 동안은 햇볕을 받을 수 있게 되는 것이다.



[그림 7] 월드랩 상에 표현된 장애물 (201동과 202동)

## V. 일조시간표를 이용한 일조권 분석

월드랩 상에 표현된 주위 장애물에 의해 태양이

가려지지 않는 시간 즉, 일조 시간을 정확히 판단하기 위하여는 다음과 같은 알고리즘을 이용하면 일조 시간을 컴퓨터로 계산해 낼 수도 있어 눈으로 판단할 때의 오차도 줄일 수 있고, [그림 9]와 같이 그래프로 표현하여 일조 환경을 쉽게 파악할 수도 있다.

### 1. 일조 시간표 작성 알고리즘

월드랩에서 일조 시간을 컴퓨터로 계산하기 위하여는 태양 궤적선과 장애물 외곽선 간의 교점을 구하여야 한다. 이렇게 구해진 교점으로부터 일조시간을 계산해 내기 위하여는, 교점을 구하는 과정에 다음과 같은 몇가지의 테크닉을 필요로 한다.

1) 건물의 외벽체도 하나의 면이므로, 그 벽체의 뒤쪽에 태양이 있을 시는 햇볕이 비춰지지 않으므로, 벽체의 방위각을 기준으로 좌우 90°에 해당하는 수직선을 월드랩 상에 표시한다. 여기서 벽체의 방위각이 3°이므로 -87°와 93°에 해당한다.([그림 8]의 (a))

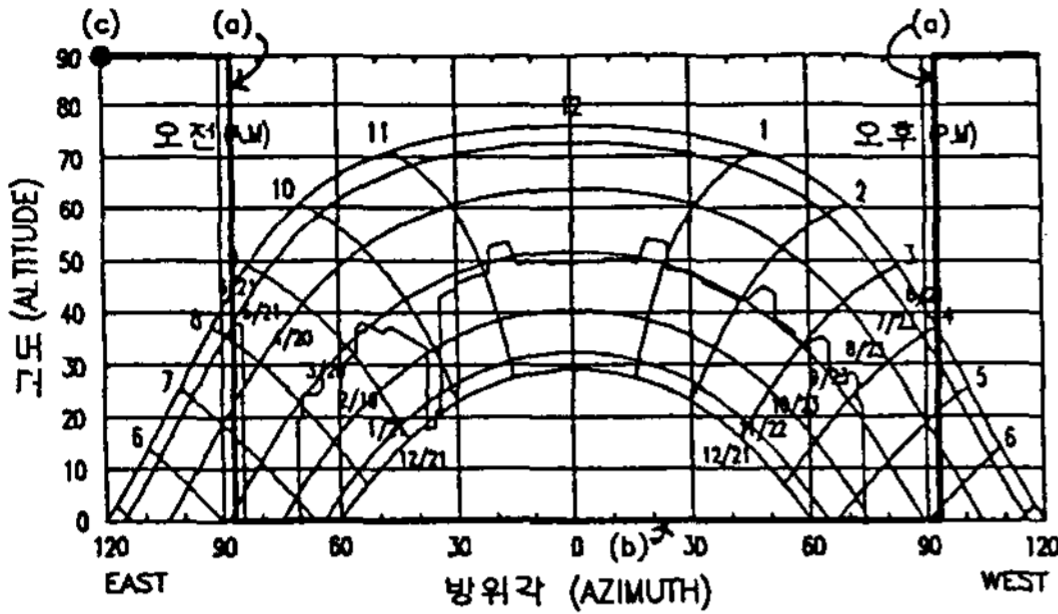
2) 장애물과 외곽선을 구할때 앞의 두 수직선이 포함되어야 하나, 건물에 의한 장애물과 연결되지 않을 경우도 있으므로 월드랩의 최 하단선을 장애물의 데이타에 포함시킨다.([그림 8]의 (b))

3) 이렇게 구성된 데이타를 가지고 4.1절에서 설명한 바와 같이, 각 선들의 교점을 구하여 데이타를 재구성하고, z좌표가 가장 큰 점 중에서 x좌표가 가장 작은 점([그림 8]의 (c))을 찾아, 그 점으로부터 외곽선을 구해간다.

4) 이렇게 구해진 장애물과 외곽선과 태양 궤적선과의 교점을 구할 때 교점이 각 선분의 시작점이나 끝점과 일치할 경우, 그 전의 선이나 그 다음에 선에 의해서도 교점이 구해질 것이므로 같은 교점이 2개 만들어질 경우가 생길 수 있다. 이 경우 그 시작점이나 끝점의 x좌표를 미소 부분만큼 감소시켜 보고, 여전히 일치할 경우에는 z좌표를 미소 부분만큼 감소시켜 교점을 구한다.

5) 태양 궤적선 상에서 일출 일몰 시각을 나타내는 점은 월드랩의 최 하단선상에 생기게 될

것이나, 4)에서의 고려로 항상 교점이 생기게 된다.



[그림 8] 월드랩 상의 교점을 구하기 위한 고려

이렇게 구해진 교점들을  $x$ 좌표가 작은 것에서부터 큰 것의 순서로 정렬(sorting)시킨다. 이렇게 정리된 교점 데이터의  $x$ 좌표를 이용하여, 태양 궤적선의  $x$ 좌표와 비교하면 각 교점에 해당하는 시각을 구할 수 있다. 그리고 각 점에 대하여는 다음과 같이 코드값을 지정한다. 첫번째 점의 코드 값은 0, 짝수번째 점의 코드 값은 1, 홀수번째 점의 코드 값은 0. 최종적으로 정리된 0, 1의 코드 값은 첫번째 점을 제외하고는 다음과 같이 해석한다.

- code의 값이 0이면,  
그 앞의 시각에서 부터 그 시각까지 태양을 볼 수 있고,
- code의 값이 1이면,  
그 앞의 시각에서 부터 그 시각까지 태양을 볼 수 없다.

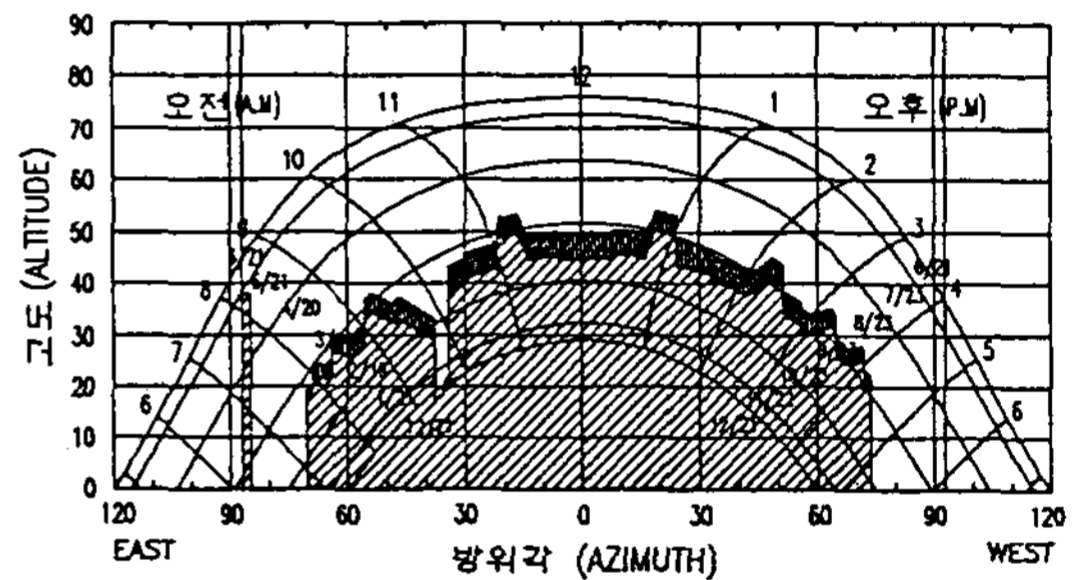
이렇게 계산된 결과를 다음과 같이 일조 시간표를 만들어 보면 주의의 장애물에 의한 영향을 눈으로도 쉽게 평가할 수 있다. 일조 시간표 중 □ 부분은 그 세대가 햇볕을 받을 수 있는 시간대, □ 부분은 햇볕을 받을 수 없는 시간대이다.

아파트 호수	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
106-308															

[그림 9] 춘추분의 경우, [그림 7]에 대한 일조 시간표

## 2. 일조 시간표를 이용한 두가지 대안 간의 일조시간 차이 분석 알고리즘

일조 환경 평가에 있어서 1가지의 대안만 평가하고자 할 때에는 [그림 9]와 같은 결과 만으로도 충분할 것이다. 그러나 두 가지 대안에 대해 그 차이를 평가하고자 할 때에는 두 대안 간의 차이를 파악할 수 있어야 한다. 여기에서는 106동의 앞의 2동(201동과 202동)을 13층으로 하였을 때와, 15층으로 하였을 때 간의 차이([그림 10] 참조)를 분석할 수 있는 기법을 개발해 보기로 한다.



[그림 10] 두가지 대안에 대한 차이를 나타내는 월드랩

이를 위하여는, 먼저 201동과 202동을 13층으로 하였을 때와 15층으로 하였을 때의 각각에 대해 5.1 절에 소개된 바와 같은 과정으로 각 교점의  $x$ 좌표와 코드 값 데이터를 만들어 두어야 한다. 이렇게 준비된 데이터로 부터 두 대안간의 일조 시간 차이를 컴퓨터로 분석할 수 있는 알고리즘은 다음과 같다.

$N_{13}$  = 13층에 대한 외곽선과 태양 궤적선과의 교점 수

$N_{15}$  = 15층에 대한 외곽선과 태양 궤적선과의 교점 수

첫 점의  $x$ 좌표 =  $(i(13\text{층과의 교점}) = 1)$ 의  $x$ 좌표

그 점의 code = 0

$j = 1$

```

for i=2 to N13
#10:
  j=j+1
  if i(13층과의 교점의 x좌표=j(15층과의 교점)의 x좌표
    그 점의 x좌표 save
    그 점의 code 값은
      i(13층)의 code 값이 0, j(15층)의 code 값이 0이면 0
      i(13층)의 code 값이 0, j(15층)의 code 값이 1이면 2
      i(13층)의 code 값이 1, j(15층)의 code 값이 0이면 1
      i(13층)의 code 값이 1, j(15층)의 code 값이 1이면 1
  elseif i(13층)의 x좌표 > j(15층)의 x좌표
    j(15층)의 x의 좌표 save
    그 점의 code 값은
      i(15층)의 code 값이 0이면 0
      i(15층)의 code 값이 1이면 2
  goto #10
else(=i(13층)의 x좌표 < j(15층)의 x좌표)
  i(13층)의 x좌표 save
  그 점의 code 값은
    i(13층)의 code 값이 0이면 2
    i(13층)의 code 값이 1이면 1
endif
next i
    
```

이렇게 정리된 교점 데이터 x좌표를 이용하여, 태양 궤적선의 x좌표와 비교하면 각 교점에 해당하는 시각을 구할 수 있으며, 최종적으로 정리된 0, 1, 2의 코드값은 다음과 같이 해석된다.

code의 값이 0이면, 그 앞의 시각에서 부터 그 시각까지, 태양을 볼 수가 있고,  
 code의 값이 1이면, 그 앞의 시각에서 부터 그 시각까지, 13층일 때 부터 태양을 볼 수가 없었고,  
 code의 값이 2이면, 그 앞의 시각에서 부터 그 시각까지, 13층일 때는 태양을 볼 수 있었으나, 15층일 때는 태양을 볼 수가 없다.

이렇게 계산된 결과를 컴퓨터를 이용하여 [그림 11]과 같이 일조 시간표를 만들어 보면 두가지 대안간의 차이를 눈으로도 쉽게 평가할 수 있다. 일조 시간표 중 □부분은 그 세대가 햇볕을 받을 수 있는 시간대, □부분은 햇볕을 받을 수 없는 시간대, □부분은 201동, 202동을 15층에서 13층으로 낮추었을 경우 햇볕을 받을 수 있는 시간대로, 일조 환경이 개선될 수 있는 시간대를 나타낸다.

아파트 호수	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
106-308															

[그림 11] 두가지 대안 간의 차이를 나타내는 일조 시간표

## VI. 결 론

본 연구에서는 건물의 계획 단계에서 각 부위별 일조환경의 정량적 검토 및 분석이 가능하도록 하기 위해, 월드랩을 이용한 일조환경 분석 기법과 일조 시간표를 이용한 일조환경 분석을 제안하고, 이를 전산화하여 정확하면서도 빠른 시간내에 보다 과학적이고 정량적으로 판단할 수 있는 기법을 제시하였다.

본 연구에서 제안하는 기법이 어떠한 지역에서도 활용할 수 있도록 하기 위하여, 분석 대상 부지의 위도에 따른 월드랩 작성 과정을 전산화한 뒤, 대상 건물을 선정하여 이에 대한 일조환경 분석을 기법의 개발과 함께 진행한 연구의 결과는 다음과 같다.

1) 월드랩 상에 대한 건물의 일조환경을 표현하기 위한 알고리즘을 제시하고, 이를 전산화하였다.

2) 월드랩 상에 표현된 대상 건물의 일조환경 분석을 위한 일조 시간표 작성 알고리즘을 제시하고, 이를 전산화 하였다.

3) 두가지 설계 대안을 월드랩에 동시에 표현하였을 때를 평가하기 위한 일조시간표 작성 알고리즘을 제시하고, 이를 전산화 하였다.



## 참 고 문 헌

1. 기상청, "기상월보", 1992. 1
2. 한국표준과학연구원 천문대, 역사, 1992
3. 김광우 외, "건축환경과학", 태림문화사, 1990
4. 김광우 외, "건축환경계획론", 태림문화사, 1992
5. 김광우, 최정민 외, "컴퓨터를 이용한 日影, 日照環境 分析技法 開發에 關한 研究", 92추계학술발표대회 논문집, 대한건축학회, 1992
6. 중앙지도문화사, 신편 인천직할시지번약도, 53매 중 제20호, 1991. 1
7. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., ASHRAE HANDBOOK 1989 FUNDAMENTALS, 1989
8. Beckman, William A and John A. Duffie, SOLAR ENGINEERING OF THERMAL PROCESSES, John Wiley & Sons, INC., 1980
9. Mazria, Edward, PASSIVE SOLAR ENERGY BOOK, Rodale Press, 1979

## 주

- 1) 김광우, 최정민 외, "컴퓨터를 이용한 日影, 日照環境 分析技法 開發에 關한 研究", 92추계학술발표대회 논문집, 대한건축학회, 1992
- 2) Mazria, Edward, "PASIVE SOLAR ENERGY BOOK", Rodale Press, 1979, pp100~100.
- 3) ASHRAEHANDBOOK 1989 FUNDAMENTALS(pp27.227.4)과 SOLAR ENGINEE OF THERMAL PROCESS (pp7~12)

## **A Study on the Computer-Aided Solar Rights Analysis**

**Kwang-Woo Kim**

*Dept. of Architecture, Seoul National Univ.*

The study aims to make it possible to analyze the solar rights of a building quantitatively at building design stage. The solar rights analysis method utilizing Waldram diagram and solar rights table is suggested, and computerized for an accurate, quick and quantitative analysis.

To make the suggested analysis method can be applied at any location, Waldram diagram generating process for a given latitude was computerized. The solar rights analysis for a selected sample building block was processed in accordance with the development of analysis method.

The results of the study are :

- 1) An algorithm to present the solar rights of a building on Waldram diagram was developed and computerized.
- 2) An algorithm to generate the solar rights table was developed and computerized.
- 3) An algorithm to generate the solar rights table to analyze the difference of two alternatives was developed and computerized.

## **Solar Detoxification of Trichloroethylene in Waste Water with Slurry Batchtype Photoreactor**

**Tai K. Lee, Dong H. Kim, Sug H. Cho, Chungmoo Auh**

*Applied solar energy research team, Korea Institute of Energy Research*

In this experiment, photochemical reaction has been applied to destroy TCE in water phase. The main target of this work is to investigate the technical feasibility of large scale of solar detoxification reactor for water treatment. The results have revealed that solar detoxification utilizing photon energy from the sun is the most attractive process to decompose organic toxins in water phase at room temperature. The detailed results from this work are as follows;

- (1) The highest conversion ratio of TCE was obtained by using  $\text{TiO}_2$  anatase as a photocatalyst among  $\text{TiO}_2$  anatase,  $\text{TiO}_2$  rutile and  $\text{V}_2\text{O}_5$  under the same experimental condition. The anatase crystal structure was confirmed with XRD analysis, and its surface area was  $7.748 \text{ m}^2/\text{g}$  from the BET- $\text{N}_2$  measurement.
- (2) 0.1 wt% of  $\text{TiO}_2$  anatase has been adopted as optimal quantity for batch slurry reactor at this experimental conditions.
- (3) The effect of hydrogen peroxide on the conversion of TCE was investigated. Its optimal quantity was