

공동주택의 일조 분석을 위한 파라메트릭 일조 분석 도구의 신뢰성 검증에 관한 연구

A Study on the Reliability Verification of Parametric Daylight Analysis Tools for Daylight Analysis in Apartment Complexes

○박진영* 강민호** 박정우***
Park, Jin-Young Kang, Min-Ho Park, Jung-Woo

Abstract

In this study, the reliability of a developed parametric daylight analysis tool using Grasshopper was validated by comparing its simulation results with the commonly used Sanalyst program in the context of daylight analysis for residential buildings. The comparison analysis was conducted for a residential complex in Incheon's Yeongjong district. The simulations focused on internal daylight analysis, distinguishing the results by daylight satisfaction rate, total sunshine duration, and continuous sunshine duration. The results showed that both programs had the same daylight satisfaction rate. In terms of daylight duration analysis, it was determined that the simulation results from Grasshopper were reliable, with a maximum deviation of 1% compared to Sanalyst. This suggests that the Grasshopper daylight analysis tool is suitable for quickly reviewing various design alternatives in the early stages of the design process.

키워드 : 공동주택 단지, 라이노 그래스호퍼, 파라메트릭 일조 분석 도구, 쉐널리스트

Keywords : Apartment Complexes, Rhino Grasshopper, Parametric Daylight Analysis Tools, Sanalyst

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

일조권은 최소한의 인간다운 거주환경을 조성하기 위해 필수적으로 고려해야 하는 요소이다. 하지만 현행 주택공급 확대 정책은 용적률 상향·역세권 복합개발 등 주거밀도를 높이는 방향으로 진행되고 있으며, 이에 따라 신규 공동주택 단지 설계 시에 양질의 일조 환경을 제공하기 위해서 계획단계부터 다방면의 배치 대안을 시뮬레이션 검토를 통해 일조침해를 최소화할 수 있는 설계안을 수립해야 한다.

이를 위해 일반적으로 공동주택의 일조권 검토에는 쉐널리스트(Sanalyst)가 사용된다. 이 프로그램은 그동안 지속적인 업그레이드를 통해 비교적 안정성과 정확성이 입증됐으며, 특히 설계사무소에서는 이를 주로 일조 검토 및 기관 제출용 보고서 작성 등 빛 환경과 관련된 설계검토에 사용하고 있다. 하지만, 설계 초기에 발생하는 잦은 설계변경에 대응하기 어려운 단점이 있으며, 프로그램 구매 및 업그레이드와 같은 유지관리 비용도 만만치 않다.

이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 라이노(Rhino)의 플러그인(PlugIn)인 그래스호퍼(Grasshopper)를 사용하여 레이디버그(Ladybug) 일조 분석 알고리즘을

통한 파라메트릭(parametric) 분석 모듈을 개발했다. 하지만, 이 모듈은 시뮬레이션 작업속도를 고려하여 분 단위가지만 분석되도록 알고리즘을 구성하여 수초 안에 빠르게 결과를 얻을 수 있도록 하였다. 그러나 이렇게 분석하면 분석 결과에 대한 정확성이 다소 떨어질 수 있어 시뮬레이션 결과에 대한 검증이 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 자체 개발한 그래스호퍼 일조 분석 도구의 시뮬레이션 결과에 대한 신뢰성을 보편적으로 사용하는 쉐널리스트와 비교하여 검증하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 개발된 그래스호퍼의 일조 분석 도구의 신뢰성을 검증하기 위하여, 인천 영종지구의 공동주택 프로젝트를 대상으로 쉐널리스트와 단지 내부 일조 시뮬레이션 결과를 비교·분석하여 그 신뢰성을 검증해 보았다.

두 시뮬레이션의 내부 일조 분석은 단지 일조 만족률, 총 일조시간, 연속일조시간으로 구분하여 분석하였으며, 일조시간 결과는 단지 전체 및 동별 평균 일조시간을 산출하여 비교하였다. 그리고 총 일조시간과 연속일조시간의 판단기준은 판례¹⁾에 따라 표1을 기준으로 하였다.

표1. 일조권 수인한도

	총 일조시간	연속일조시간
시 간	오전 9시 ~ 오후 3시	오전 8시 ~ 오후 4시
수인한도	총 4시간 이상	최소 연속 2시간

* (주)토문건축사사무소 기술연구소 팀장, 공학석사

** (주)토문건축사사무소 기술연구소 부팀장, 공학석사

*** (주)토문건축사사무소 기술연구소 실장, 공학석사

1) 서울고등법원 1996. 3. 29. 선고 94나11806 판결 [손해배상(기)]

2. 일조 분석 시뮬레이션

2.1 쉐널리스트와 시뮬레이션의 한계점

본 연구에서 사용된 쉐널리스트 프로그램은 씨쓰레브사의 Sanalyst Base v4.0을 사용하였으며, 일괄 일조 분석, 월드 랩 태양 궤적 차트 분석, 3차원 일조 도표분석을 통한 일조침해 원인분석, 일조침해 영역 확인 등 다양한 기능을 갖추고 있다. 하지만 실무에서는 분석 규모가 커질수록 계산에 걸리는 시간이 급격히 증가하는 문제가 있고, 시뮬레이션 작업뿐만 아니라 잦은 설계변경으로 인한 모델링 작업 시간까지 포함하면 한 번의 시뮬레이션을 위해 상당한 시간과 노력이 소요되는 한계가 있다.

2.2 라이노 그래스호퍼와 레이디버그

그래스호퍼는 라이노의 내부 플러그인으로 작동하는 응용프로그램이며, 각각의 매개변수를 알고리즘으로 연계하여 결과물을 만드는 대표적인 파라메트릭 디자인 도구이다. 최근에는 그래스호퍼의 오픈소스 플러그인으로 레이디버그(Ladybug Tool:Ladybug, Honeybee, Butterfly, Dragonfly)가 개발되면서 일조/일사 분석, 열 궤적 및 에너지 해석, 기류해석 등 통합환경분석이 라이노에서도 가능하게 되었다. 더구나 Ladybug는 Python을 통하여 자유롭게 커스터마이징이 가능한 것이 특징이다.

2.3 그래스호퍼 일조분석도구

설계 초기단계에서 다양한 디자인 변경에 따른 빛 환경 분석에 대응하고 쉐널리스트의 한계점을 보완하고자 라이노 그래스호퍼에서 레이디버그와 파이썬을 사용하여 자체적인 일조 분석 도구를 개발하였다. 본 연구에서는 이러한 일조 분석 도구를 사용하였으며, 전체적인 구성은 그림1과 같다. 그리고 이 도구를 사용하여 다음과 같은 프로세스에 따라 일조 분석을 수행하였다.

먼저 라이노에서 모델링한 주변 일조 가해 건물의 모델을 그래스호퍼의 Geometry 컴포넌트에 연결하는 작업이 필요하다. 분석대상 공동주택은 라이노에서 모델링한 각 주동의 평면을 그래스호퍼의 ‘공동주택 입력 모듈’에서 Surface 컴포넌트에 연결한다. 공동주택의 층고, 옥탑 높이, 파라펫과 같은 대상 건물의 기본적인 Geomery 정보는 ‘공동주택 기본 모델 설정’ Panel 컴포넌트에 입력한다. 입력된 높이 정보는 공동주택 입력 모듈에 입력된 층수와 연동하여 자동 계산되어 일조 분석을 위한 기본적인 모델을 완성한다.

분석 대상 공동주택과 주변 일조 가해 건물 모델링을

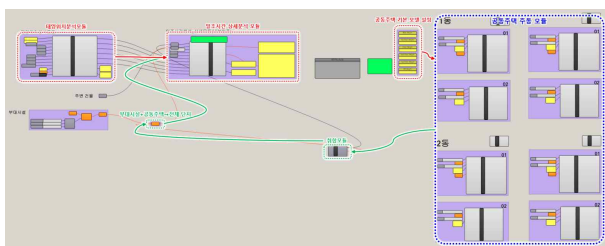


그림1. 그래스호퍼 일조 분석 도구

완성한 후에 그래스호퍼 일조 분석 도구의 일조시간 계산 과정은 다음과 같다.

먼저 분석 대상 건물의 위치정보를 위도와 경도 값으로 태양 위치 분석 모듈에 입력하면, 알고리즘에 따라 그 위치에 입사하는 태양광선의 시간별 벡터를 분 단위로 출력한다. 총 일조시간은 Ladybug 일조시간 계산 모듈을 통하여 각 분석 지점의 일조시간이 자동 계산되며, 이때 태양 위치 분석 모듈에서 출력된 태양광선 벡터 중 일조 가해 건물에 가려지지 않은 벡터의 개수를 합산하는 방식으로 계산한다. 연속일조시간은 일조 가해 건물에 가려지지 않고 분석 지점에 도달한 태양광선 중 연속된 태양광선의 개수를 합산하는 방식으로 계산한다. 이때 일조 가해 건물에 의하여 연속 일조의 구간이 나뉘지는 경우 가장 길게 나타난 연속된 태양광선 구간을 연속일조시간으로 계산한다.

3. 대상 건물의 현황 및 시뮬레이션 결과분석

3.1 대상 건물의 현황

쉐널리스트와 그래스호퍼 일조 분석 도구의 일조 시뮬레이션을 위하여 분석 대상단지로서 2024년에 계획된 인천광역시 중구의 공동주택단지를 선정하였다. 대상단지는 438세대 5개 동으로 신축 예정이며, 그림2는 대상단지의 모델링을, 표2는 높이 정보를 나타낸다. 또한, 쉐널리스트

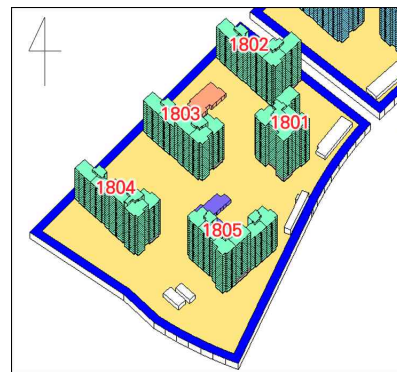


그림2. 분석 대상 공동주택 단지 모델링

표2. 동별 모델의 입력값 (공통)

기단부 높이	900 mm
1층 높이	3,250 mm
기준층 높이	2,800 mm
최상층 높이	2,950 mm
파라펫 높이	450 mm
코어부 높이	2,950 mm

표3. 시뮬레이션 분석 조건

위도와 경도	위도 37도 28분 32초 (37.475556도N) 경도 126도 31분 09초 (126.519167도E)
계산 기준일	12월 21일 동지일 기준
계산시간	오전 8시 ~ 오후 4시까지 (총 일조시간) 오전 9시 ~ 오후 3시까지 (연속일조시간)
기준시	진태양시

와 그래스호퍼 일조 분석 도구에 공통으로 적용된 일조 분석 조건은 표3과 같다.

3.4 쉐널리스트의 일조 시뮬레이션

대상 공동주택 단지의 쉐널리스트 일조 분석 결과는 표4와 같다. 분석 결과 단지 전체의 평균 총 일조시간은 5시간 35분 33초, 평균 연속일조시간은 4시간 37분 4초로 나타났다. 이는 총 일조시간과 연속일조시간이 법적 기준을 만족한다고 판단할 수 있다. 동별 시뮬레이션 분석 결과는 표5와 같으며, 동 대부분에서 총 일조시간과 연속일조시간 기준을 만족하였다. 1802동은 연속일조시간에 대하여 법적 기준을 만족하지만, 총 일조시간 기준은 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 이러한 결과를 기준(Baseline)으로 하여 그래스호퍼의 일조 시뮬레이션 결과와 비교하고자 한다.

표4. 쉐널리스트의 단지 전체 일조 분석 결과

	총 일조시간	연속일조시간	만족 여부
Analyst 4.0	5:35:33	4:37:04	만족

표5. 쉐널리스트의 동별 일조 분석 결과

	총 일조시간	연속일조시간	만족 여부
1801동	5:14:53	4:12:19	만족
1802동	3:54:47	3:05:41	만족
1803동	4:45:16	3:53:40	만족
1804동	6:49:30	5:51:17	만족
1805동	6:57:24	5:48:20	만족

3.5 그래스호퍼의 일조 시뮬레이션

그래스호퍼의 일조 시뮬레이션은 파라메트릭 일조 분석 도구에서 알고리즘을 통해 단지 내부의 일조 분석을 시뮬레이션하였다. 시뮬레이션 결과는 그림3과 같이 시각적으로 표현되며, 총 일조시간과 연속일조시간의 만족 여부에 따라 붉은색은 불만족, 파란색은 만족하는 것을 나타낸다.

단지 전체의 그래스호퍼 일조 시뮬레이션 결과는 표6과 같으며, 평균 총 일조시간은 5시간 35분 4초, 평균 연속일조시간은 4시간 37분 31초로 산출되었다. 이는 쉐널리스트 시뮬레이션 결과와 같았으며, 표7과 같이 세부적으로 동별 일조시간 분석 결과도 1802동만 총 일조시간이 조금 부족한 것을 제외하면 모든 동에서 쉐널리스트 결과와 같이 총 일조시간과 연속일조시간의 법적 기준을 모두 만족하였다.

3.6 쉐널리스트와 그래스호퍼의 시뮬레이션 결과 비교분석

그래스호퍼 시뮬레이션 결과의 신뢰성을 검증하기 위하여, 쉐널리스트 시뮬레이션 결과를 기준으로 대상 공동주택 단지의 그래스호퍼 일조시간 만족률, 총 일조시간, 연속일조시간 결과를 비교분석 해보았다. 두 프로그램의 일조 만족률 결과는 표8과 같고, 단지 전체에서 법적 기준을 만족한 세대수와 이에 따른 일조 만족률은 두 시뮬레이션이 같

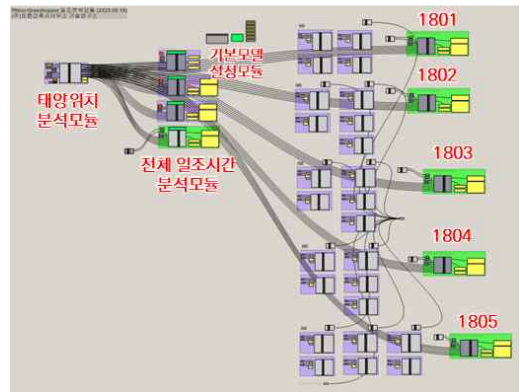
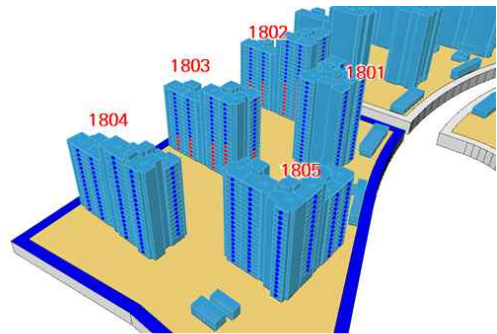


그림3. 그래스호퍼 내부 일조 분석 결과

표6. 그래스호퍼의 단지 전체 일조 분석 결과

	총 일조시간	연속일조시간	만족 여부
Grasshopper	5:35:04	4:37:31	만족

표7. 그래스호퍼의 동별 일조분석 결과

	총 일조시간	연속일조시간	만족 여부
1801동	5:14:34	4:12:48	만족
1802동	3:54:13	3:07:21	만족
1803동	4:44:57	3:54:07	만족
1804동	6:48:54	5:51:11	만족
1805동	6:56:50	5:48:12	만족

표8. 쉐널리스트와 그래스호퍼의 일조 만족률 결과 비교

동 번호	세대수	Analyst 4.0		Grasshopper	
		만족	만족률	만족	만족률
1801동	79	61	77.22%	61	77.22%
1802동	89	56	62.92%	56	62.92%
1803동	82	55	67.07%	55	67.07%
1804동	84	84	100.00%	84	100.00%
1805동	104	104	100.00%	104	100.00%
전 체	438	360	82.19%	360	82.19%

은 결과로 나타났다. 그리고 전체 단지에서 두 프로그램의 총 일조시간과 연속일조시간 결과는 표9와 같이 나타났으며, 시간차에 있어서(+)는 그래스호퍼가 쉐널리스트 대비 더 유리하게, (-)는 더 불리하게 결과가 도출된 것을 의미한다. 이에 따라 총 일조시간에서는 그래스호퍼가 29초(0.14%) 더 불리하게, 연속일조시간은 28초(0.17%) 더 유리하게 산출되었다. 그리고 앞의 표5와 표7을 바탕으로 계산한 쉐널리스트와 그래스호퍼의 동별 평균 총일조시간과 평균 연속일조시간의 차이와 증감률은 표10과 같다. 결과적으로 동별 그래스호퍼의 시뮬레이션

표9. 쉐널리스트와 그래스호퍼의 총 일조시간과 연속일조시간

	총 일조시간	연속일조시간
Sanalyst 4.0	5:35:33	4:37:04
Grasshopper	5:35:04	4:37:31
시간차	-0:00:29	+0:00:28
증감률	-0.14%	+0.17%

표10. 두 시물레이션에서 총 일조시간과 연속일조시간의 차이

동 번호	시간차		증감률	
	총 일조시간	연속일조시간	총 일조시간	연속일조시간
1801동	-0:00:18	+0:00:29	-0.10%	+0.19%
1802동	-0:00:34	+0:01:40	-0.24%	+0.89%
1803동	-0:00:19	+0:00:28	-0.11%	+0.20%
1804동	-0:00:36	-0:00:06	-0.15%	-0.03%
1805동	-0:00:34	-0:00:08	-0.14%	-0.04%

결과는 총 일조시간에서는 최대 36초, 연속일조시간에서는 최대 1분 40초 차이가 났다. 여기서 1802동의 경우 시간 차이가 1분이 넘어갔는데, 이는 Ladybug의 알고리즘이 적용된 그래스호퍼와 쉐널리스트 프로그램의 태양 고도각 산출 방법에서 차이가 났을 것으로 유추해본다.

4. 결 론

본 연구에서는 인천광역시 중구의 438세대 규모의 공동주택 개발계획단지를 대상으로 쉐널리스트 대비 그래스호퍼의 파라메트릭 일조 분석 도구의 단지 내부 일조 시물레이션 결과에 대한 신뢰성을 검증하고자 하였고, 비교분석을 통한 결론은 다음과 같다.

첫째, 일조 만족률에서 그래스호퍼의 일조 시물레이션 결과는 쉐널리스트와 같은 시물레이션 결과를 얻을 수 있었다. 두 프로그램의 일조 분석 결과 일조시간 만족 세대는 모두 같았으며, 일조 만족률 역시 같은 결과를 얻었으므로, 단지 일조 만족률 분석에 있어 그래스호퍼 일조 분석 결과는 신뢰할 수 있다고 해석할 수 있다.

둘째, 총 일조시간과 연속일조시간에서는 쉐널리스트 대비 그래스호퍼의 단지 전체의 총 일조시간의 차이는 29초이고, 연속일조시간은 28초의 차이가 났다. 이것은 쉐널리스트 결과치와 비교하여 최대 ±30초의 차이가 나며, 결과적으로 단지 전체의 총 일조시간과 연속일조시간의 시물레이션 결과는 0.2% 이내의 차이가 존재한다.

셋째, 동별 세부 일조 분석에서는 그래스호퍼는 쉐널리스트에 비해 총 일조시간은 최대 36초, 연속일조시간은 최대 1분 40초의 차이가 발생하였다. 즉, 동별 시물레이션 분석에 있어서 그래스호퍼 일조 분석 도구의 결과가 쉐널리스트에 비해 1%가량 유리하게 분석되었는데 이는 설계 프로젝트가 일조권 분쟁이 예상되는 예민한 상황에서는 다소 위험할 수 있음을 의미한다. 따라서, 이러한 상황에서는 쉐널리스트를 사용하여 좀 더 정확한 결과를 획득하는 것이 안전한 방법이 될 수 있으며, 이러한 오차를 줄이기 위해 쉐널리스트와 그래스호퍼 Ladybug 모듈의 태양고도각 알고리즘에서의 차이점을 추후 연구를 통해 보완할 필요가 있다.

종합적으로, 그래스호퍼 파라메트릭 일조 분석 도구는 일조 만족률에서는 쉐널리스트와 같은 결과를, 단지 전체의 총 일조시간과 연속일조시간 분석에서는 최대 1%의 오차범위 안에서 신뢰할 수 있다고 판단할 수 있다. 또한, 이 프로그램은 모델링 작업이 비교적 간편하고, 시물레이션 결과를 거의 즉각적으로 확인할 수 있으므로, 초기 설계단계에서 다양한 대안을 빠르게 검토하기에 활용도가 높을 것으로 판단된다. 하지만, 쉐널리스트 시물레이션과 일치하는 결과를 얻기 위해서는 향후 연구에서 두 시물레이션 결과 사이에 발생하는 차이를 좀 더 명확히 규명하고, 개선 방안을 도출함으로써 신뢰도를 더욱 향상하여야 할 필요가 있다.

참고문헌

1. 정요한 외1, 파라메트릭 디자인 기법과 유전알고리즘을 적용한 성능기반 공동주택 계획방법 연구, 2021
2. 김우진 외1, 컴퓨터 시물레이션 방법에 따른 일조시간 예측, 2022
3. 송성임, 일조 시물레이션 분석을 통한 학교 일조환경에 관한 연구, 2022
4. 기획재정부 보도자료, 「서울권역 등 수도권 주택공급 확대방안」, 2020
5. 조창근, 임용석 & 임태섭, 주택재개발 정비 사업으로 인한 주변학교 일조권 분석 연구, 2020
6. 법제처 국가법령정보센터, [대법원 2007.9.7. 선고, 2005다72485판결]