

조명기구의 배광해석용 소프트웨어 개발

(The Development of Software for Analyzing Intensity Distribution of Luminaire)

허남돈* · 한옥표 · 구자함 · 김 훈

(Nam-Don Hur · Uk-Pyo Han · Ja-Ham Koo · Hoon Kim)

요 약

배광분포를 측정함으로써 조명기구의 모든 광학적 특성을 계산해낼 수 있으며 이를 바탕으로 조명설계를 수행할 수 있다. 이러한 일련의 측정과 해석을 위해 배광측정기의 개발시에 배광해석용 소프트웨어 개발이 동시에 이루어져야 한다. 연구진이 현재 개발하고 있는 소프트웨어는 조명기구의 광학적 특성을 파악하는 데 있어, 상당히 유용한 기능들을 포함하고 있다. 또한, 조명설계에 있어 근본적인 문제 해결의 과학적 검증을 제공함은 물론, 더 나아가 조명계산에 있어 하나의 표준을 마련하는 데 기여할 수 있을 것으로 보인다.

Abstract

By measuring intensity distribution, it is possible to calculate all of optical characteristics of luminaire, and through it we are able to realize lighting design. On developing goniometer, development of software for analyzing and measuring of optical characteristics is needed. Software developed now by our lab. contains very useful functions to analyze optical characteristics of luminaire. Also in lighting design it can provide scientific verification of solution for fundamental issues, furthermore in lighting calculation it would be able to contribute toward providing one of the standards.

Key Words : Intensity distribution, Optical characteristics, Luminaire, Lighting design, Goniometer

1. 서 론

조명기구의 배광분포를 측정하고 이를 바탕으로 광학적 성능을 평가하는 것은 올바른 조명설계와 함께, 조명 에너지 절감, 경제성 평가 등에 있어 필수적인 요소이다.

조명기구의 개발과정에서는 설계된 형상이 원하

는 특성을 갖는지 검토하는 광학적 성능 평가가 반드시 수행되어야 한다. 또한, 개발 제품의 활용도 및 품질 향상을 위해서는 측정된 데이터를 바탕으로 조명기구의 특성을 계산할 수 있어야 한다. 배광분포를 측정함으로써 조명기구의 모든 광학적 특성을 계산해낼 수 있으며 이를 바탕으로 조명설계를 수행할 수 있는데, 이러한 일련의 해석을 위해 배광 측정장치와 함께 소프트웨어 개발이 동시에 이루어져야 한다.

국내에 있어 조명 미적인 측면에서 개발이 많이 이루어지고 있으나, 조명설계의 근본적인 문제해결을 위한 과학적 검증은 외국의 기술력에 많이 의존

*주저자 : 강원대학교 전기공학과 석사 졸업
Tel : 016-9550-2119, Fax : 033-241-3775
E-mail : ndhur@hotmail.com
접수일자 : 2003년 4월 1일
1차심사 : 2003년 4월 8일
심사완료 : 2003년 5월 1일

조명기구의 배광분석용 소프트웨어 개발

하고 있는 실정이다. 조명 측정방법에 따라 여러 종류의 선택사항별 배광 측정 장치를 개발하고 있는데 이들은 배광 측정기구뿐만 아니라, 이에 따르는 조명 소프트웨어도 함께 개발하여 보급하고 있다.

본 논문에서와 같이, 조명계산용 소프트웨어 개발이 이루어진다면 국내 실정에 맞는 광학적 데이터는 물론, 국내의 조명설계법에 따른 데이터를 만들 수 있으며, 여기에 국제적으로도 통용될 수 있는 데이터 파일을 만들어내어 국산 조명제품의 품질향상에 기여할 수 있을 것이다.

위에서 언급된 내용들을 바탕으로 소프트웨어 개발 효과를 요약하면 다음과 같다.

1. 설계능력 및 조명기구 품질의 향상
2. 조명계산의 표준화
3. 조명기구의 부가가치 향상 및 다양화
4. 에너지 절감

본 논문에서는 이러한 일련의 측정과 해석을 위한 소프트웨어 개발의 진행 상황과 결과 그리고 앞으로 추가될 항목들과 보완해야 할 사항들을 보여준다.

2. 소프트웨어 개발 범위 및 내용

조명기구의 배광 측정결과를 이용하여 여러 관련 정보들을 생성하도록 하는데, 이때 배광 데이터를 이용하여 각종 조명계산을 수행한다.

IES file을 기본으로 하여 나머지 조명관련 데이터를 계산하기 위해 IES file 표준과 각종 조명계산치에 대한 이해가 필요하다.

다음은 개발을 위한 준비단계로서 자료 분석의 예이다.

1. IES file의 내용 및 구조 파악
2. 각종 조명계산치에 대한 이론 연구
3. 조명계산치의 적용을 위한 흐름도(flowchart) 및 알고리즘 수립
4. 기존의 IES file 관련 소프트웨어에 대한 내용 및 구조 파악
5. 소프트웨어를 구성하는 주요 메뉴 및 세부 메뉴 선정 및 분류
6. 코딩을 위한 개발 툴 선정 및 내용 분석

다음은 적용하고자 하는 각종 조명계산의 예이다.

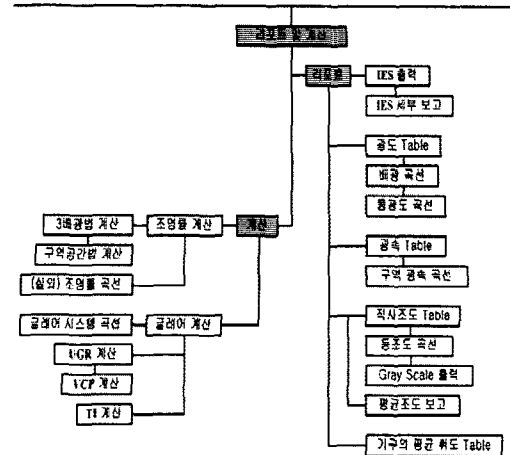


그림 1. 조명계산의 예
Fig. 1. Example of lighting calculation

본 프로그램의 개발을 위해 사용된 언어는 Visual C++이며, 모든 윈도우 환경 하에서 작동하도록 구현하였다[1].

3. 소프트웨어 개발 결과

조사된 각종 조명계산치를 특성에 따라 리포트 부분과 계산 부분으로 분류한다(그림 1 참조).

여러 개의 IES file들을 열 수 있게 하여 아래의 그림과 같이 서로 비교가 가능하도록 한다. 이는 아래의 세부 메뉴에 대해서도 적용 가능하다[2].

소프트웨어의 전체 구성 중, 구현된 주요 메뉴와 화면은 다음과 같다.

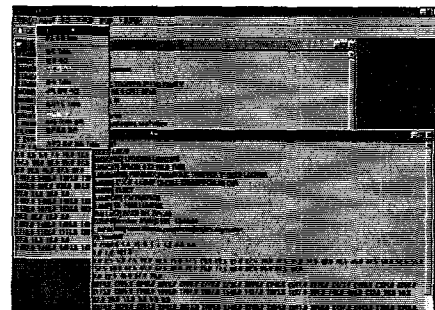


그림 2. 주요 화면의 구현
Fig. 2. Realization of main window

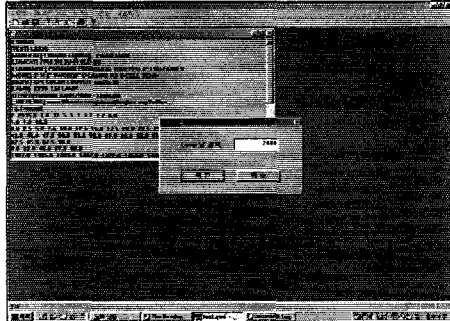
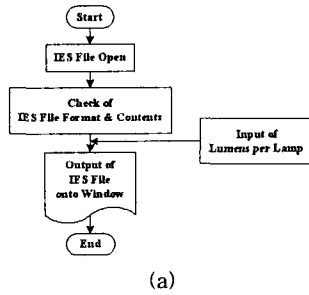
3.1 IES file info.

IES file상의 내용들을 그대로 또는 내용별로 세분화하여 화면에 출력한다. 이때, 램프당 광속을 직접 입력할 수 있도록 한다.

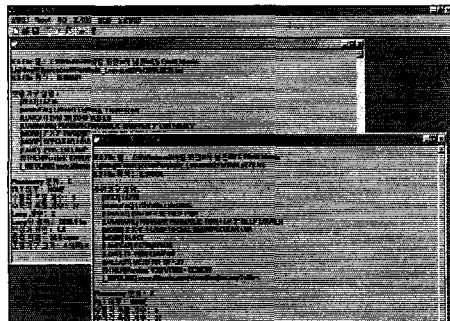
다음은 이를 위해 작성된 흐름도 및 구현된 화면이다[2].

3.2 광도(Luminous Intensity)

IES file상의 광도 값들을 표 형태와 배광곡선으로



(b)



(c)

그림 3. IES file info.에 대한 흐름도 및 화면의 구현
Fig. 3. Flowchart & realization of window for IES file info.

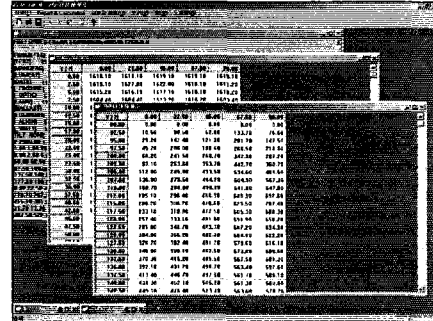
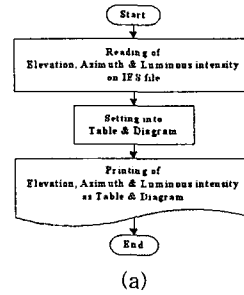
로 화면에 출력한다.

다음은 이를 위해 작성된 흐름도 및 구현된 화면이다[3][4][5].

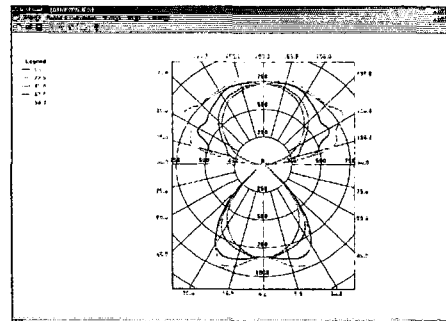
3.3 광속(Luminous Flux)

주어진 광도 값들로부터 광속 값들을 계산하여 표 형태로 화면에 출력한다. 이때, 출력 광속비 및 CIE 분류를 함께 보여주도록 한다.

다음은 이를 위해 작성된 흐름도 및 구현된 화면



(b)



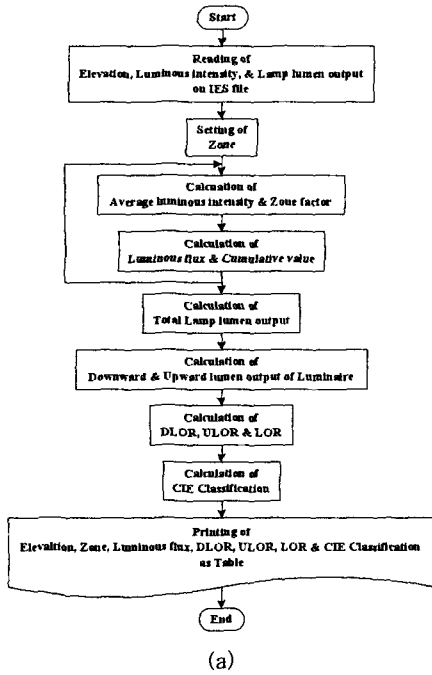
(c)

그림 4. 광도에 대한 흐름도 및 화면의 구현
Fig. 4. Flowchart & realization of window for luminous intensity

조명기구의 배광분석용 소프트웨어 개발

이다[4][5].

여기서, 광속 누적치에 대한 구역 광속을 도표 형태로 화면에 출력한다.(그림 6 참조)[4][5]



Zone	Elevation	Luminous Intensity	Lamp Lumen Output	Cumulative Value	DLOR	ULOR	LOR	CIE Classification
100.0	90.00	11.25	1.0	1.0	0.1	0.1	0.1	100.0
100.0	90.00	11.25	1.0	1.0	0.1	0.1	0.1	100.0
110.0	81.00	10.13	0.75	1.75	0.1	0.1	0.1	110.0
110.0	81.00	10.13	0.75	1.75	0.1	0.1	0.1	110.0
115.0	76.50	9.23	0.56	2.31	0.1	0.1	0.1	115.0
115.0	76.50	9.23	0.56	2.31	0.1	0.1	0.1	115.0
120.0	72.00	8.44	0.41	2.72	0.1	0.1	0.1	120.0
120.0	72.00	8.44	0.41	2.72	0.1	0.1	0.1	120.0
125.0	67.50	7.75	0.29	3.01	0.1	0.1	0.1	125.0
125.0	67.50	7.75	0.29	3.01	0.1	0.1	0.1	125.0
130.0	63.00	7.16	0.21	3.22	0.1	0.1	0.1	130.0
130.0	63.00	7.16	0.21	3.22	0.1	0.1	0.1	130.0
135.0	58.50	6.66	0.15	3.37	0.1	0.1	0.1	135.0
135.0	58.50	6.66	0.15	3.37	0.1	0.1	0.1	135.0
140.0	54.00	6.25	0.11	3.48	0.1	0.1	0.1	140.0
140.0	54.00	6.25	0.11	3.48	0.1	0.1	0.1	140.0
145.0	49.50	5.92	0.08	3.56	0.1	0.1	0.1	145.0
145.0	49.50	5.92	0.08	3.56	0.1	0.1	0.1	145.0
150.0	45.00	5.66	0.06	3.62	0.1	0.1	0.1	150.0
150.0	45.00	5.66	0.06	3.62	0.1	0.1	0.1	150.0
155.0	40.50	5.46	0.04	3.66	0.1	0.1	0.1	155.0
155.0	40.50	5.46	0.04	3.66	0.1	0.1	0.1	155.0
160.0	36.00	5.31	0.03	3.69	0.1	0.1	0.1	160.0
160.0	36.00	5.31	0.03	3.69	0.1	0.1	0.1	160.0
165.0	31.50	5.20	0.02	3.71	0.1	0.1	0.1	165.0
165.0	31.50	5.20	0.02	3.71	0.1	0.1	0.1	165.0
170.0	27.00	5.13	0.01	3.72	0.1	0.1	0.1	170.0
170.0	27.00	5.13	0.01	3.72	0.1	0.1	0.1	170.0
175.0	22.50	5.10	0.01	3.73	0.1	0.1	0.1	175.0
175.0	22.50	5.10	0.01	3.73	0.1	0.1	0.1	175.0
180.0	18.00	5.10	0.00	3.73	0.1	0.1	0.1	180.0
180.0	18.00	5.10	0.00	3.73	0.1	0.1	0.1	180.0
185.0	13.50	5.13	0.00	3.73	0.1	0.1	0.1	185.0
185.0	13.50	5.13	0.00	3.73	0.1	0.1	0.1	185.0
190.0	9.00	5.19	0.00	3.73	0.1	0.1	0.1	190.0
190.0	9.00	5.19	0.00	3.73	0.1	0.1	0.1	190.0
195.0	4.50	5.28	0.00	3.73	0.1	0.1	0.1	195.0
195.0	4.50	5.28	0.00	3.73	0.1	0.1	0.1	195.0
200.0	0.00	5.39	0.00	3.73	0.1	0.1	0.1	200.0
200.0	0.00	5.39	0.00	3.73	0.1	0.1	0.1	200.0

그림 5. 광속에 대한 흐름도 및 화면의 구현
Fig. 5. Flowchart & realization of Window for luminous flux

3.4 조도(Illuminance)

수평면에 대한 직사조도를 계산하여 표 형태로 화면에 출력하는데, 최소, 최대 및 평균 조도 값을 함께 보여주도록 한다. 이때, 조명기구의 높이, 바닥면의 크기 및 광속 값을 직접 입력할 수 있도록 한다.

다음은 이를 위해 작성된 흐름도 및 구현된 화면이다[3][4][5].

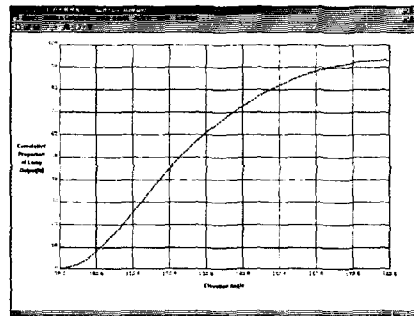
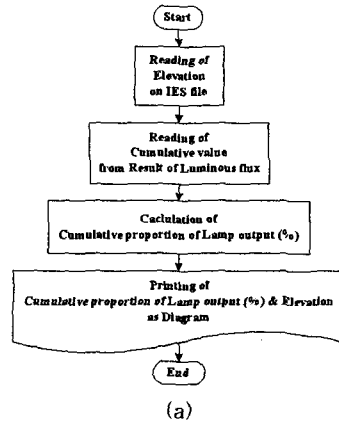
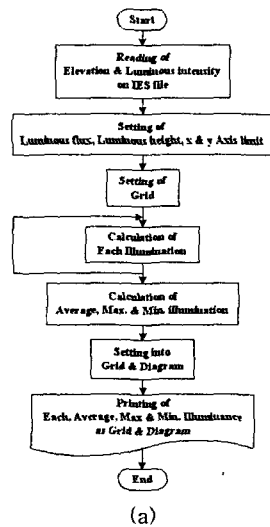
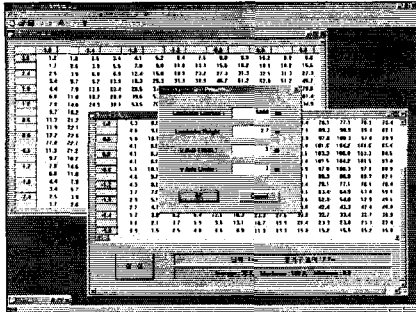
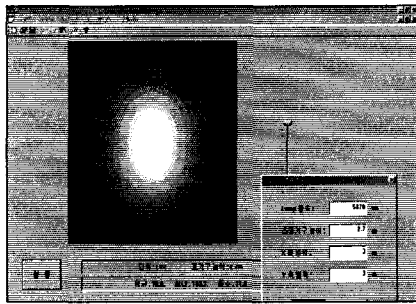


그림 6. 구역 광속에 대한 흐름도 및 화면의 구현
Fig. 6. Flowchart & realization of Window for zonal flux





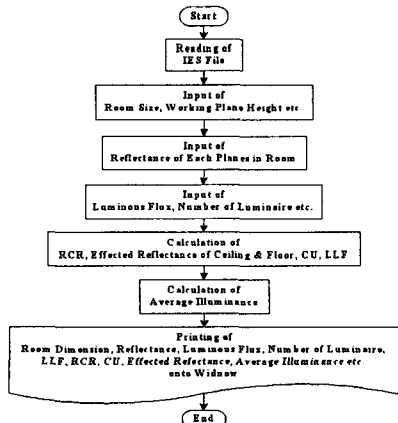
(b)



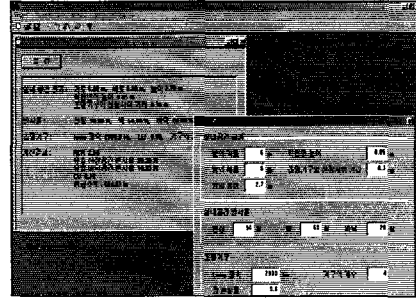
(c)

그림 7. 조도에 대한 흐름도 및 화면의 구현
Fig. 7. Flowchart & realization of window for illuminance

여기서, 방 크기, 작업면 높이, 조명기구와 천장사이 거리 등의 공간적 위치, 천장, 벽, 바닥의 반사율 등의 공간 반사율, 램프 광속, 기구대수, 광 손실률 등의 조명기구 관련 데이터를 입력하면, ZCM(Zonal Cavity Method)을 통해 평균조도를 계산하여 화면 상에 출력한다(그림 8 참조)[3][4][5][6][7][8].



(a)



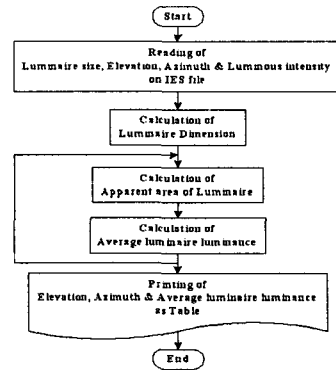
(b)

그림 8. 평균 조도에 대한 흐름도 및 화면의 구현
Fig. 8. Flowchart & realization of window for average illuminance

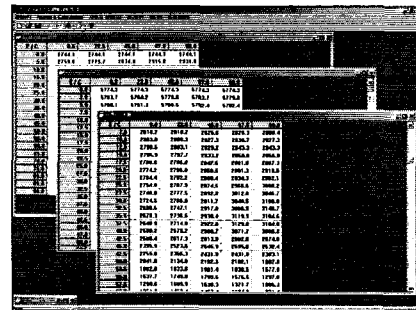
3.5 휘도(Luminance)

조명기구의 평균 휘도 값을 계산하여 표 형태로 화면에 출력한다.

다음은 이를 위해 작성된 흐름도 및 구현된 화면이다[4][7][9].



(a)



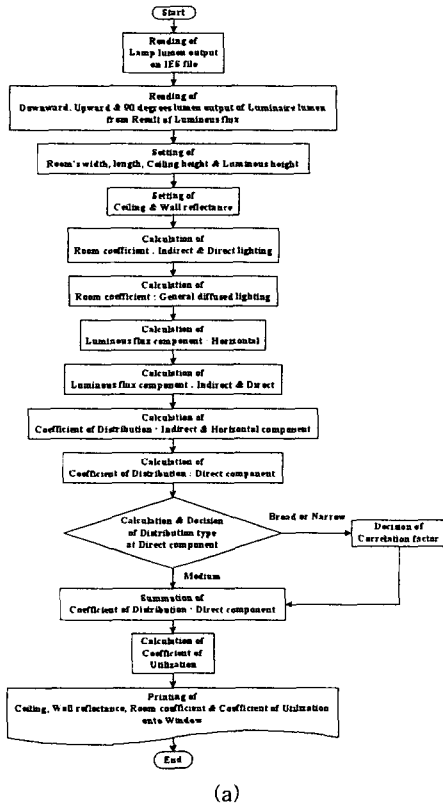
(b)

그림 9. 기구의 평균 휘도에 대한 흐름도 및 화면의 구현
Fig. 9. Flowchart & realization of window for average luminaire luminance

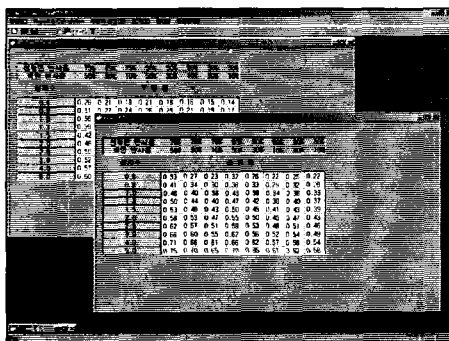
3.6 조명률(Coefficient of Utilization)

조명기구에 대해 어느 특정한 실내공간에서의 조명률을 계산하여 표 형태로 화면에 출력한다. 이때, 조명률의 계산법은 3배광법과 ZCM를 이용한다.

다음은 이를 위해 작성된 흐름도 및 구현된 화면이다[5][6][8][10].

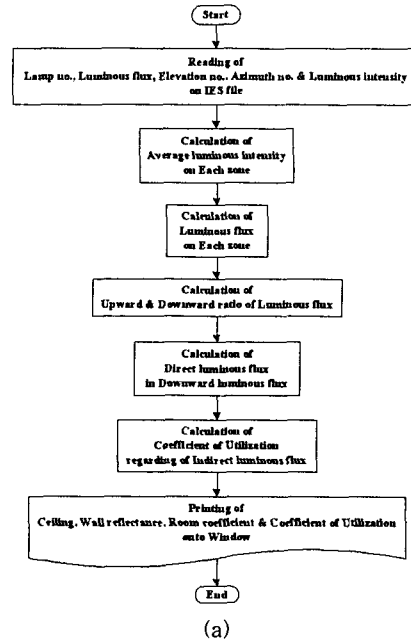


(a)

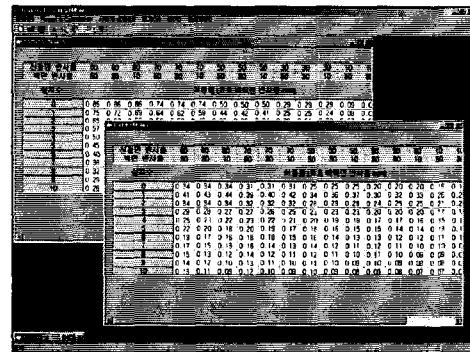


(b)

그림 10. 3배광법에 대한 흐름도 및 화면의 구현
Fig. 10. Flowchart & realization of window for Lumen Method



(a)



(b)

그림 11. ZCM에 대한 흐름도 및 화면의 구현
Fig. 11. Flowchart & realization of window for ZCM

4. 결론

위에서 언급한 항목들과 이에 따른 계산과정은 조명기구의 광학적 특성을 파악하는 데 있어, 상당히 유용한 것들이다. 또한, 조명설계에 있어 근본적인 문제 해결의 과학적 검증용 제공함은 물론, 더 나아가 조명계산에 있어 하나의 표준을 마련하는 데 기여할 수 있을 것으로 보인다.

현재까지는 IES file의 인식 및 출력, 광도, 광속,

조도, 휘도, 조명률 부문 등의 계산 및 출력 작업이 이루어진 상태이다. 이후에는 글래어 부문과 조도에 있어 등조도 곡선 메뉴가 추가될 예정이며, 계속하여 각 항목들에 있어 보다 개선된 알고리즘을 적용한 S/W를 개발하고 있다[10][11].

References

- [1] 이상엽, "Visual C++ Programming Bible Ver 6.X", 영신출판사.
- [2] "IESNA Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data", IESNA LM-63-95.
- [3] R. H. Simons and A. R. Bean, "Lighting Engineering Applied calculations", Architectural Press, 2001.
- [4] D. C. Pritchard, "Lighting", Fourth Edition, Longman Scientific & Technical.
- [5] J. B. Murdoch, "Illumination Engineering - From Edison's Lamp to the Laser", Macmillan Publishing Company.
- [6] "Lighting Handbook (Reference & Application)", Illumination Engineering Society of North America, 9th Edition.
- [7] 김훈, "조명의 이론과 실제", 강원대학교 특성화사업단
- [8] 윤미림, "전기설비 설계자를 위한 조명계산 Software 개발", 공학석사학위논문, 2001년 2월.
- [9] 한국조명·전기설비학회, "조명디자이너 자격인증 교재"
- [10] 石野幸三, "室内照明設計法", 森北出版株式会社.
- [11] "光と照明 光工学の理論と實際", 新改訂第4版 1994, 日本理工出版 刊.
- [12] "KS 핸드북", KSA 한국표준협회.

◇ 저자소개 ◇

허남돈 (許南敦)

1973년 7월 21일생. 2002년 강원대학교 일반대학원 전기공학과 석사 졸업.

한옥표 (韓旭彪)

1969년 2월 25일생. 1996년 강원대학교 전자계산학과 석사 졸업. 1996년~1997년 (주)푸른서울 근무. 1997년~2001년 강원 인터넷 대학 근무. 2001년~현재 강원대학교 일반대학원 컴퓨터학과 박사 과정.

구자함 (具滋咸)

1975년 1월 8일생. 2000년 부산대학교 일반대학원 기계설계공학과 석사 졸업. 2000년~현재 대양전기공업 주식회사 근무.

김 훈 (金 燾)

1958년 8월 6일생. 1981년 서울대학교 전기공학과 졸업. 1983년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1988년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1993년 호주 국립대학 방문 교수. 현재 강원대학교 공과대학 전기전자정보통신공학부 교수.