建築環境工学教育用コンピュータソフトウェア ET_AEE の開発

DEVELOPMENT OF SMART COMPUTER SOFTWARE, ET_AEE, AN EDUCATIONAL TOOL FOR ARCHITECTURAL ENVIRONMENT ENGINEERING

谷本 潤 —*1 萩島 理 —*2
片山忠久 —*3

Jun TANIMOTO —*1 Aya HAGISHIMA —*2
Tadahisa KATAYAMA —*3

キーワード：
コンピュータソフトウェア, 建築環境工学, GUI 指向

Keywords:
Computer software, Architectural environment engineering, GUI oriented

This paper reports on the development of ET_AEE, which is an acronym of *Educational Tools for Architectural Environment Engineering*. ET_AEE is a new educational-tool program that calculates several tasks related to the topics of Architectural Environment Engineering aiming at undergraduate students. However, ET_AEE probably seems to be much useful and powerful not only for undergraduate students but also for graduate students, engineers and researchers. ET_AEE provides above-mentioned calculations on a user-friendly interface, in other words, Graphical User Interface, GUI, which works on the platform of Windows 95, Windows 98 or Windows NT. ET_AEE is free software, so then, anyone can download the installation file from the web-site of authors, <http://ktlabo.cm.kyushu-u.ac.jp/>. Calculating functions provided by ET_AEE are totally 12 that are classified into 2 parts, Engineering Issues and Mathematical Issues. ET_AEE provides a separate dialog box for each calculation topic that was designed to be cool and easy understanding considering GUI. One of the specific features to be stressed is that ET_AEE has a huge Help file using a bunch of image files, which is very useful and helpful.

1. 緒言

本稿では、弊研究室で開発し、web サイト上で公開している^{*1}建築環境工学教育用コンピュータソフトウェア ET_AEE (Educational Tools for Architectural Environment Engineering) について報告する。

建築環境工学におけるコンピュータ利用については、既に大部の蓄積があり、計算機利用、コンピュータシミュレーションそのものは、最早、定着した技術となっている。就中、太陽位置や PMV 等いわば決まり切った計算ルーチンをコンポーネントプログラムとして整備するとの石野らのアイデアおよびその実作[1][2][3][4][5]は、コンピュータプログラムを研究者間で共有の知的資源として蓄積するとの意味で、計算機能力が指数関数的発展を遂げ、インターネットを介した情報公開が著しく進捗した現在から遡及しても、誠に先駆的かつ豁然たる提案とみることが出来るように思う。また、OS として普及した Windows の影響で、昨今は GUI (Graphical User Interface) に配慮したソフトウェア開発が、以前に比較して格段にやり易い環境になりつつあることを挙げねばならないだろう。著者らは、GUI とは、dialog を駆使した入出力機能の強化にとどまらず、在来、ソースコード本体の開発に意力の過半が注がれ、お座なりにされることの多かった Help 機能を最大限組み込むことも重要かつ必須であると考えており、斯様の認識から、熱環境シミュレーションおよび省エネビル設計支援ツールにおける一例として、米国 NREL

で開発された ENERGY-10 を本技術報告集で紹介した経緯[7]がある。

以上の背景のもとに ET_AEE は開発された。ET_AEE では、以下詳細に述べる 12 の計算機能を Windows 上に提供する。12 の機能は、コンポーネント的に作成されており、各々独立の dialog box で対話型に計算を実行できる。機能そのものは、太陽位置や空気線図、窓システムの総

表1 ET_AEE がサポートする 12 の計算機能

●Engineering Issues
① 太陽位置、壁面入射角およびプロファイル角
② 水平面全天日射量の直散分離 (Berlage, 永田, 松尾, 宇田川, 渡辺の各式)
③ 大気放射量 (Brunt および Berdahl の式)
④ 空気線図 (線図上指示機能と絶対湿度、相対湿度、湿球温度、露点温度、エンタルピー、乾球温度の相互変換機能)
⑤ 温熱環境指標 (PMV, ET, SET*)
⑥ 形態係数 (代表的な面対面形態係数および点対面形態係数)
⑦ 標準気象データユーティリティ (HASP フォーマット気象データの内容表示)
⑧ 複合窓システムにおける日射の総合透過率
⑨ 窓のある矩形室における壁面間の面対面形態係数と Gebhart 放射吸収係数
●Mathematical Issues
⑩ 線形連立方程式の解法 (掃き出し法による解法)
⑪ 線形方程式の最小 2 乗解 (倍精度計算で一般化逆行列を計算)
⑫ 線形重回帰分析 (倍精度計算で重回帰係数、標準化回帰係数、寄与率を算出)

*1 九州大学大学院総合理工学研究院 助教授・工博
(〒816-8580 春日市春日公園6-1)

*2 九州大学大学院総合理工学研究院 助手・工修

*3 九州大学大学院総合理工学研究院 教授・工博

*1 Assoc. Prof., Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu Univ., Dr. Eng.

*2 Research Assoc., Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu Univ., M. Eng.

*3 Prof., Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu Univ., Dr. Eng.

図1 初期画面

合透過率,最小 2 乗解の解法など学部学生教育支援に供することをターゲットに選定したが、技術者や研究者が電卓代わりに使用することも十分可能である。また、インストールファイルを研究室の web サイト上でフリーソフトとして公開し、成果を広く情報発信することも本開発研究の重要な要素であると位置付けている。

2. 計算機能の概要

ET_AEE が提供する機能は大きく Engineering Issues と

Mathematical Issues に大別される。12 の計算機能の概要を表 1 に示す。ソフトウェアを起動するとロゴを格納したスプラッシュファイルがまず表示され、図 1 の初期画面が現れる。12 の計算機能に関しては、メイン画面上に配置されたボタンをクリックするか、Main menu/ Functions をプルダウンすることで、各 dialog box がポップアップしてくる。また、初期画面からはヘルプへの general entrance (Main menu/ Help) や研究室の web サイトに直結しているブラウザ (Main menu/ View/ Web Browser) へアクセスすることが可能である。

以下では 12 機能のうち、④空気線図、⑧複合窓システムにおける日射の総合透過率、⑪線形方程式の最小 2 乗解について詳しく述べる。

空気線図 空気線図の dialog box を図 2 に示す。主な機能は 2 つあって、線図上の指示機能と絶対湿度、相対湿度、湿球温度、露点温度、エンタルピー、乾球温度の相互変換機能である。前者については、線図上の任意のポイントをマウスでクリックすると、図 2 に示すように×印が表示され、同時にその点の状態量が dialog 左上のボックスに示される。後者の機能については、例えば図 3 に示すように dialog 左中のボックスに 2 つの状態量 (図の例では乾球温度と相対湿度) を入れて“Show the Value”をクリックすると、その他の状態量が表示されるとともに、線図上にオレンジ色の×印が現れる。

複合窓システムにおける日射の総合透過率

外付

図2 空気線図 (線図上指示機能)

図3 空気線図(絶対湿度, 相対湿度, 湿球温度, 露点温度, エンタルピー, 乾球温度の相互変換機能)

けブラインド, 内付けブラインド, 2重ガラス等からなる窓システムについて、入射角に依存する総合透過率, 各部吸収率等が計算可能[8]である。ブラインドのスラット角等の諸元, ガラス種類(5種より選択)は可変である。図4はブラインド内蔵2重窓の例である。外側は熱線吸収ガラス, 内側は3mm標準ガラスが選択されているが、図中のガラス部分をクリックするとガラス種類を選択する dialog box が現れ、ユーザーは簡単に変更できるようになっている。内付けブラインドについても同様。結果は図5に示した窓システムの総合透過率と総合反射率に加えて、各部の吸収率が別のグラフで出力される。

線形方程式の最小2乗解 まず、図6の dialog box で方程式数(NT)と未知数(MT)を Combo box 入力する。デフォルトはそれぞれ3, 2であるが、

$3 \leq NT \leq 10$, $2 \leq MT \leq NT$ の条件下で変更可能である。次にマトリクスデータ入力 dialog box が現れ、指示に従い入力を済ませ、“Calculate”ボタンをクリックすると倍精度計算による最小2乗解が得られる。

Help 機能 操作がわからない場合は、それぞれの dialog box にある Help ボタンをクリックすると、例えば図7の如きヘルプ画面がロードされる。Windows3.1以降では、拡張子がそれぞれ.hlp と.cnt で表現されるヘルプファイルとコンテンツファイルが存在すれば、ヘルプ機能がサポートされている^{*)}。ET_AEE.hlp のディスク容量は約4.5MBであり、本体の ET_AEE.exe が1.2MBであるのに対してかなり大きい。これは、画像ファイルを多用しているためで、加えてジャンプ, ポップアップ機能などを駆使して、操作のわからないユーザーの便に適うように工夫してある。

3. 開発環境

ET_AEE 本体 (ET_AEE.exe) は Visual Basic / ver.6.0 でコードした。表1における計算機能のうち、⑤, ⑧, ⑨, ⑪, ⑫に関しては、Fortran で作成された外部実行ファイル(それぞれ1.exe, WINCAL.exe, Roomaf.exe, LLSS.exe, MRA.exe)を Visual Basic 内部から shell コールしている。また、HELP ファイルは RoboHELP Classic/ ver.7.00 で作成した。以上の各コードの実行ファイルに加えて、サンプルファイルおよびシステムファイル(.dll や.ocx ファイルなど)等を含め、最終的には Install Shield Professional /

ver.6 により、全体を9つのインストールファイルに統合した。これらインストールファイルを更に圧縮し web 上で公開しているが、この圧縮ファイルのディスク容量は6.6MB、解凍, インストール終了後に c:\Program Files に作成される ¥Kyushu Univ¥ET_AEE は8.7MBである。

4. 使用実績

既述の通り、ET_AEE は圧縮インストールファイルの形で web 上で公開している。本報告で述べたリリースは ver1.1.7β テスト版^{*)}である。2000年3月15日からの1週間で12件のダウンロードがあった。ユーザーは web 上でメールアドレス入力を含むユーザー登録が求められる。

図4 複合窓システムにおける日射の総合透過率 dialog (ブラインド内蔵 2 重窓)

図6 最小2乗解の初期 dialog box

図7 線形重回帰分析のヘルプ

図5 計算結果 (ブラインド内蔵 2 重窓)

従って、バグ情報やバージョンアップ情報の伝達は電子メールにより対応可能である。また、ET_AEE は、九州大学工学部エネルギー科学科における1年生対象の創造科学工学演習および3年生対象のエネルギー工学実験のうち幣研究室が担当する演習、実験で実地使用している。

5. 結言

建築環境工学教育用アプリケーションソフト ET_AEE の開発概要について報告した。ET_AEE は 12 の計算機能を有する GUI を指向 Windows 対応プログラムであり、web 上でフリーソフトとして広く公開している。

【謝辞】 HASP フォーマット気象データに関しては、日本建築学会環境工学委員会熱環境小委員会気象データ WG のご厚意により、「拡張アメダス気象データ」プログラムによって出力されるデータを使用させて頂いた。便宜を図って下さった長岡造形大学造形学部・助教授・二宮秀典先生、鹿児島大学・曾我和弘博士に衷心より謝意を表する。

【注記】

*1 研究室のホームページ URL は、<http://ktlabo.cm.kyushu-u.ac.jp/>である。

*2 厳密には Windows3.1 と Windows95 以降とは、トピックの表示法に差異がある。

*3 1999 年 8 月には、計算機能が 6 つある ver1.04 α テスト版を暫定公開し、試験運用してきた。

【参考文献】

- [1] H.Ishino・M.Shukuya and K.Kohri, Development of a Component Program Library for Building Energy Simulation -A Japanese Experience-, Proceeding of Building Simulation '89, pp.363-369, 1989
- [2] 石野久彌・郡公子, 空調ソフトウェアのコンポーネントライブラリーの開発, 空気調和・衛生工学学会論文集, pp.517-520, 1986
- [3] 郡公子, 空調ソフトウェア・コンパス, SYMPOSIUM, 熱負荷とソフトウェア, 空気調和・衛生工学学会, pp.25-38, 1989
- [4] 石野久彌, 空気調和・衛生工学学会学術講演会講演論文集, pp.1405-1408, 1999 年
- [5] 石野久彌・郡公子, レスポンスファクター法と逐次積分法の特長解析とコンポーネントプログラム, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.803-804, 1987 年
- [6] 間純一・山川真治, 空調技術計算のソフト化における諸確認, 空気調和・衛生工学学会学術講演会講演論文集, pp.1181-1184, 1996 年
- [7] 谷本潤・Douglas BALCOMB・片山忠久・萩島理, LOW-ENERGY BUILDING 設計支援ツールとしての ENERGY-10 に関する報告, 日本建築学会技術報告集第 9 集, pp.153-158, 1999.12
- [8] 谷本潤・木村建一・小池正浩, 空気流通システムのある室内熱・湿気環境評価に関する研究一評価法と実測による検証一, 空気調和・衛生工学学会論文集 No.51, pp.1-13, 1993.2
- [9] 赤坂裕・二宮秀典・松本真一・曾我和弘・永村一雄・三木信博・永村悦子・武政孝治, 拡張アメダス気象データ, 日本建築学会, 2000 年

[2000 年 4 月 19 日原稿受理 2000 年 7 月 26 日採用決定]