

Т. Атанасова. E-home – агрегиране на данни за повишаване на енергийна ефективност. В: Т. Атанасова (Редактор), Сборник “Моделиране и управление на информационните процеси”, София, България, 2010, КТП, София, 2010, стр. 69-77

Е-НОМЕ - АГРЕГИРАНЕ НА ДАННИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

Т. Атанасова

Институт по Информационни и Комуникационни Технологии,
Българска Академия на Науките
Колеж по телекомуникации и пощи
atanasova@iit.bas.bg

РЕЗЮМЕ: *В доклада се обсъжда приложение на информационни и комуникационни технологии за интеграция на разнородни данни с цел предотвратяване или намаляване на загубите в контекста на европейските инициативи за енергийно ефективни сгради. Предложен е подход за агрегиране на данни, съдържащи информация, отнасяща се до сградните конструкции, тяхната ориентация според посоките на света, данните за климата на даден район, използваните материали за топлоизолация и потребление на енергия. Агрегацията на разнородна информация и осигуряване на информационното взаимодействие на информационните ресурсите ще позволи да се разработят по-добри решения за използване на енергията.*

Ключови думи: *H.1.1 Systems and Information Theory H.1 Models and Principles, I.2.4 Knowledge Representation Formalisms and Methods*

Въведение

В целия свят се отделя много внимание на енергоспестяващи сгради. Установено е, че сградите в Европа са причина за 40% изразходвана енергия. Но концепцията за енергийната ефективност разглежда предимно отопление и вентилация, не отчита други характеристики и системи на

жилищната среда [1]. Използването на информационните технологии за изследването на причините за възможни енергийни загуби, проблеми при енергоспестяване, мониторинг и автоматично управление на множеството от сградни елементи [2] може да допринесе до икономии при използването на енергията.

Постановка на проблема

Оценката на възможните загуби на енергия може да бъде получена с помощта на интегриране на различни данни [3] от независими информационни източници.

Върху енергийната ефективност съществено влияние оказват географското положение на сградите, ориентацията им, осветеността, цялостния обем и формата на постройките, характеристиките на използваните строителни материали и спецификацията на конструктивните елементи. Данните за различни видове сгради и типовете строителство съдържат информация относно различните аспекти на използване на енергия за отопление или охлаждане. От друга страна, данните за енергопотреблението и разходът на енергия на единица площ са свързани и с осветление, битова гореща вода и използваните електроуреди.

Информацията за тези данни принадлежи на различни административни подразделения, като тя е описана по начин, непозволяващ директното ѝ интегриране. Например, графичните данни от термовизионните измервания не могат да бъдат пряко съвместени с информация от базите данни за енергопотреблението. Общият разход на енергия зависи и от дисциплината на обитателите, които забравят включени електроуреди или оставят отворени прозорци при работещи климатици.

Следователно, за отчитане на енергийната ефективност е необходимо да се осигури събирането на данни от:

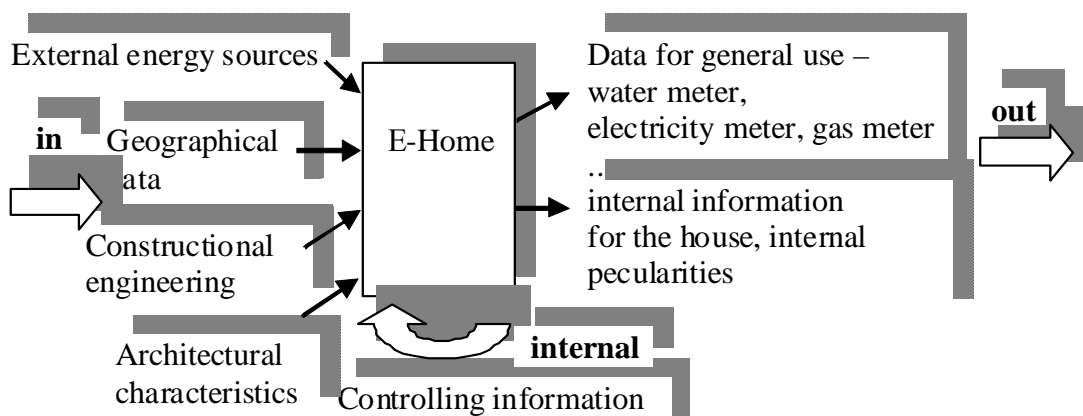
- измервания на вътрешносградни показатели;
- измервания на фактори от околната среда – температура, влажност, скорост на вятъра, светлинна радиация, географско положение и т.н.;
- измерване на енергията в зависимост от навиците на потребителите, което се отразява в измерими икономии на енергия и/или на разходите за отопление (фигура 1);
- измервания на сградите в инфрачервен диапазон (фигура 2);
- анализ на термографическа ефективност, термалните свойства на материалите и използваната термоизолация;
- строителни и архитектурни характеристики на сградите.

Агрегиран модел

По дефиниция *агрегация* или *агрегиране* (лат. *aggregatio* — присъединение) — е процес на обединение на множество елементи в една система.

За едновременно разглеждане на всички фактори и критерии при анализа на енергийната ефективност необходимо е да се построи агрегиран модел с интегрирано представяне на данните. Агрегацията на разнородните данни, касаещи различни аспекти на използване на енергията, цели построяване на средство, което ще помогне за приемането на по-добре обосновани решения относно повишаване на енергийната ефективност.

В предлагания (фигура 3) йерархичен агрегиран модел се интегрират количествени и качествени показатели, като качествените лингвистични показатели се определят на базата количествени параметри.



Фигура 1. E-Home

Връзките между количествени и качествени показатели при оценяването на енергийната ефективност отразяват комплексния характер на поставената задача.

Например, качествената оценка на енергопотреблението включва количествени стойности на разходи за различни енерго- и топлоносители, използвани при отопление или охлаждане в сградата. Оценката на топлопотреблението се формира на базата на оценяване на влияние на външните фактори (географско положение, климатични условия, местоположение на сградата); априорната оценка за потенциалните загуби, както и стойностите, получени от термовизионите измервания.

В предлагания модел *количествените* показатели са:

- стойност на потребление на електроенергия;
- количество на потребление на топлинна енергия;

- стойности на външна температура;
- стойност на коефициент на топлопроводимост на строителни материали;
- коефициент на външно остъкляване и т.н.

Качествените показатели са:

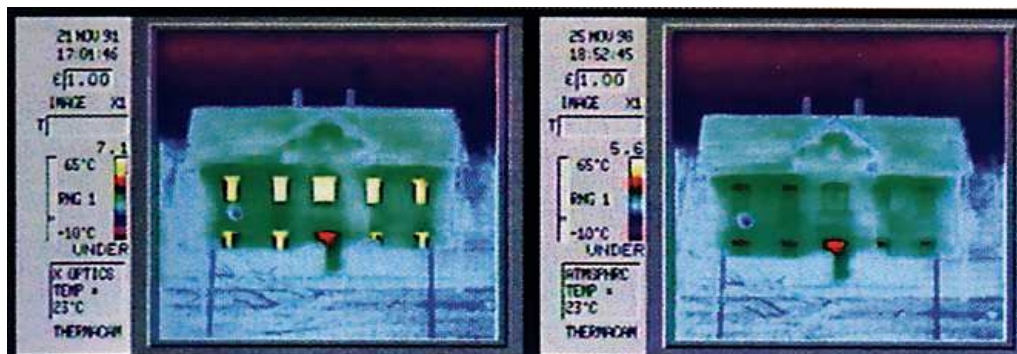
- съответствие на европейски стандарти за енергийна ефективност;
- оценка на резултатите от термовизионния анализ;
- оценка на ефективно използване на електроенергията и др.

Количествените стойности на индексите X_{ij} се агрегират в качествени оценки X_i .

Един от проблемите при вземане на решения е точната оценка на данните [6]. Освен това, в реални приложения данните често не притежават достоверни количествени стойности.

Точността при извеждане на оценките може да бъде подобрена чрез използване на размитата логика. Методът на размита логика позволява да се получат интервални оценки, отговарящи на човешкия стил на разсъждения.

Качествените показатели са неточни и не са количествено изразени. Размитите стойности на тези данни могат да се определят чрез лингвистични променливи. По този начин, системата от качествени показатели $X=\{x_i\}$ за оценка на енергийна ефективност E се основава върху описателни променливи $L_i=\{l_{ij}\}$, $i=1\dots n$, $j=1\dots m$ с функции на принадлежност за лингвистичните стойности $\mu_{l_{ij}}(x)$, $\forall l_{ij}$.



Фигура 2. Измервания на сградите в инфрачервен диапазон

Правилата „IF - THEN” се използват за дефиниране на връзките между лингвистичните променливи, описващи качествени показатели при оценяване на енергийната ефективност. Правилата се установяват на базата на експертни процедури, например:

IF ефекта от синергията е *благоприятен*

AND (термовизионният анализ е *добър*
 OR разходите за отопление са *ниски*),
 THEN енергийната ефективност е *висока*.

Съвкупност от правила R от вида "If-Then" $R : \times_i L_i \rightarrow \times_i L_i$ определя оценката на енергийната ефективност. Така се формира моделът за решаване на задачата.



Фигура 3. Агрегиран модел

Моделът организира във вид на йерархия входните данни, целите на анализа и критерии за оценките.

Представеният модел интегрира финансови, строителни, климатични и поведенчески фактори като обработва количествени и качествени променливи. Комбинацията им чрез IF-THEN правилата води до дефиниране на оценки на енергийната ефективност. Размитите оценки на енергийна ефективност дават възможност за изследване и

експериментиране с различни стратегии при различни конфигурации на данни.

Построяване на размити параметри чрез лингвистични оценки на показателите.

Лингвистичните оценки са представени чрез триъгълни размити стойности, които дават размита квантификация. Съответните стойности за качествени показатели се определят експертно. Нормализованите им стойности се нанасят по оста x в интервала $[0,1]$. Диапазонът за лингвистичните атрибути за всички качествени показатели може да бъде определен с помощта на статистическо изчисляване на разпределение на всички стойности около техни средни величини.

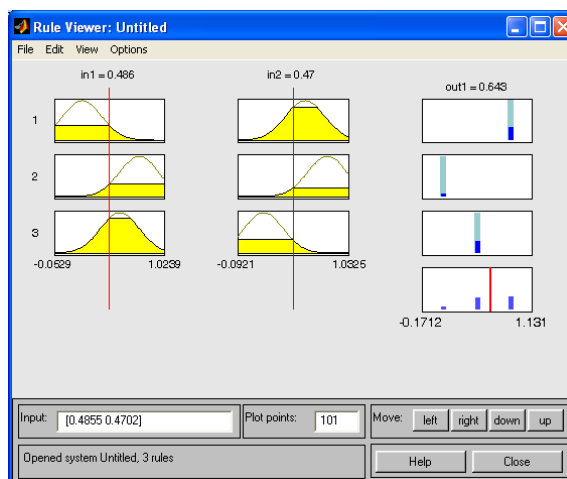
По ординатната ос се нанасят степените на активация на лингвистичните атрибути (степени на функция на принадлежност). Функцията на принадлежност определя, как всяка точка от входното пространство се съпоставя с число от интервал между 0 и 1. При зададено множество X на входните елементи x , размитото множество A върху X се определя чрез наредени двойки

$$A = \{x, \mu_A(x) \mid x \in X\}.$$

Всеки лингвистичен атрибут се описва чрез размито число. Формата на размитото число и количество на лингвистичните променливи (атрибути) се определя експертно при построяване на модела..

Конструиране на модел с използване на размита логика

При конструирането на модела, установяването на входните параметри и съответните им размити параметри, тази стойности се представят чрез размити величини. При решаването на поставената задача всички входни показатели имат 3 качествени оценки („незначителна, средна, висока”). Използва се модулния подход, според който различните фактори се обединяват в групи за създаване на междинни променливи чрез активация на блокове от правила. Междинната променлива на синергията, например, зависи от икономически и неикономически показатели. Междинната променлива, на свой ред, се комбинира чрез друг блок от правила (таблица 1). Освен това, към всяко правило може да бъде добавен тегловен коефициент.



Фигура 4 Размити правила

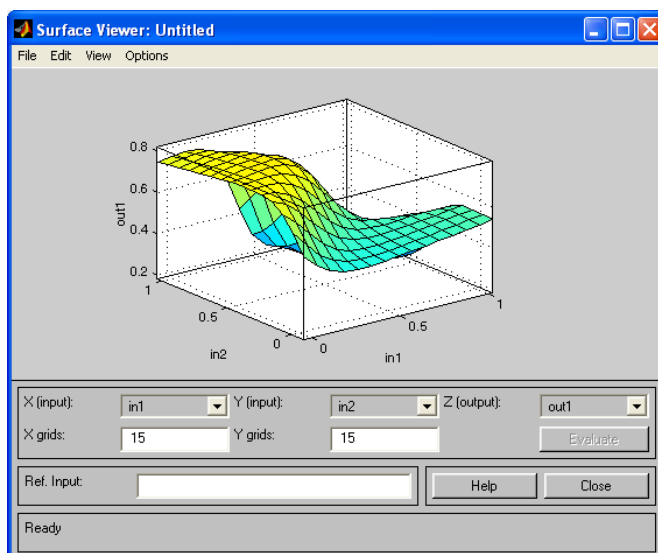
Оценка E относено енергийната ефективност на сградата $q \in N$ се формира като: $\langle s_q, e_q, t_q, g_q, \mu_q(s_q) \rangle, \forall q \in N$, където:

- s_q – размит вектор на синергията;
- e_q - оценка на енергопотреблението;
- t_q – оценка на топлопотреблението;
- g_q - оценка на характеристики на сградата;
- $\mu_q(g_q)$ – оценка на поведенчески модели.

Моделът съпоставя входните данни към функцията на принадлежност, след това към набор от размити правила, които на свой ред се трансформират в множество от изходни характеристики.

Таблица 1 БЛОК от ПРАВИЛА

IF		THEN
съответствие на стандарти за енергийна ефективност	синергия	оценка на ефективност енергийна
<i>незначително</i>	<i>незначителна</i>	<i>незначителна</i>
<i>незначително</i>	<i>средна</i>	<i>незначителна</i>
<i>незначително</i>	<i>висока</i>	<i>средна</i>
<i>средно</i>	<i>незначителна</i>	<i>незначителна</i>
<i>средно</i>	<i>средна</i>	<i>средна</i>
<i>средно</i>	<i>висока</i>	<i>висока</i>
<i>високо</i>	<i>незначителна</i>	<i>средна</i>
<i>високо</i>	<i>средна</i>	<i>висока</i>
<i>високо</i>	<i>висока</i>	<i>висока</i>



Фигура 5 Изходът на модела

Тези изходни характеристики се трансформират в изходните функции на принадлежност, които се представят във вид на решение, свързано с този изход. Изходната величина е размито число, Системата автоматично извършва превеждането ѝ в дефазифициран вид в интервала $[0,1]$. Изходното значение служи за:

- получаване на оценка на енергийна ефективност по отделни направления;
- сравнение на отделни съставни части на оценката на енергийната ефективност.

Заклучение

Събирането на разнородна информация може да осигури данни относно консумацията на топлинна и електрическа енергия в зависимост от положението на сградата, архитектурни и строителни елементи, поведението на обитателите. Агрегирането на данните ще позволи да се приемат стандарти за икономия на енергията в сградния фонд, да се разработят по-добри решения за използване на енергията.

Литература

1. Atanasova T. "Towards construction of energy saving smart living environment", *Distributed Computer and communication networks DCCN'2009*, Moscow ISBN 978-5-9901871-1-5, 2009, pp.35-40
2. Atanasova T., Grigorova V., „Web portal for monitoring and control of parameters in living environment”, *Proc. DCCN 2008*, October 2008, Sofia, Bulgaria, pp.115-119 ISBN 978-5-901158-09-8

3. Atanasova T., Daskalova Hr., Kolchakov K. „Architecture for application integration in smart living environment”, *Proc. DCCN 2008*, 2008, Sofia, Bulgaria, pp.128-132 ISBN 978-5-901158-09-8
4. Daskalova H., T. Atanassova, „Integration Platforms – Problems and Possibilities” *Cybernetics and Information Technologies*, Volume 8, No 2, Sofia, 2008, pp.71-82 ISSN 1311-9702
5. Atanasova, T. Nern, H.-J. Hamalainen, M. Eldin, H.N. Distributed heterogeneous knowledge data base for control system design: multiagent development and support, *Proc. IEEE Int.Symposium on Intelligent Control*, 2000. pp. 363-368, ISBN: 0-7803-6491-0.
6. Malagoli S, C. A. Magni, F. Buttignon, G. Mastroleo, (2007), Rating and ranking firms with fuzzy expert systems: the case of Camuzzi, *Economic Review* Vol. 12, Issue 5, pp. 631-650, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Italy

E-HOME - DATA AGGREGATION FOR ENHANCING OF ENERGY EFFICIENCY

Tatiana Atanasova

***Abstract** In the paper information and communication technologies are applied for integration of heterogeneous and distributed data to prevent or reduce losses of energy in the context of European initiatives for energy efficient buildings. The method is proposed for organizing of integrated data containing different building characteristics and energy consumption. The integrated data is useful for developing of improved algorithms for control of energy efficiency.*

***Keywords:** distributed information, heterogeneous data, energy efficiency*